Erwin Baur

Grundlagen der Pflanzenzüchtung





Erwin Baur

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung



Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung

ein Lehrbuch
für Landwirte, Gärtner und Forstleute

von

Dr. phil. et med. **Erwin Baur**
Ord. Professor der Vererbungslehre
an der Landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin

Erste und zweite Auflage

Mit 6 Tafeln und 11 Abbildungen im Text

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1921

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin

Vorwort

Es gibt kaum einen zweiten Beruf, der Kenntnisse auf so vielerlei Gebieten der Naturwissenschaften, der Technik und der Volkswirtschaft voraussetzt, wie der des Landwirts. Bei dem ungeheuern Umfang, den besonders die Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten angenommen haben, ist es darum auch unbedingt erforderlich, daß dem Landwirt das, was er auf diesen Gebieten wissen muß, in knapper Form unter Weglassung alles irgendwie Entbehrlichen zugänglich gemacht wird. Es ist grundsätzlich falsch, den studierenden Landwirten zuzumuten, daß sie ihre Kenntnisse in Botanik, Zoologie, Chemie, Physik usw. dadurch gewinnen, daß sie die allgemeinen großen Universitätsvorlesungen hierüber anhören oder aus den großen Lehrbüchern ihr Wissen schöpfen. Sie müssen — ebenso wie übrigens auch die jungen Mediziner, die in einer gleich übeln Lage sind — besonders für sie zugeschnittene Vorlesungen und Lehrbücher haben.

Aus dieser Überlegung heraus ist das vorliegende kleine Buch entstanden. Es ist dementsprechend ganz auf die Bedürfnisse der Praxis zugeschnitten. Die ersten Abschnitte sollen das unbedingt erforderliche allgemeine Wissen vermitteln, der letzte Abschnitt soll an Beispielen zeigen, wie der Landwirt, Gärtner und Forstmann das Wissen selbst in Praxis umsetzen soll.

Dahmsdorf, 1. Dezember 1920

Erwin Baur



Inhaltsverzeichnis

I. Abschnitt:

Das Variieren der Pflanzen, seine Ursachen und seine Gesetze

Jede züchterische Verbesserung unserer Kulturpflanzen beruht auf der Auslese von Variationen.

Bisher und wohl auch noch auf lange Zeit hinaus dienten und dienen im wesentlichen die „spontan“ auftretenden Variationen als Auslesematerial.

Der große Fortschritt, den die Pflanzenzüchtung in den letzten Jahrzehnten schon aufweist, und die noch viel größeren Fortschrittsmöglichkeiten, die sich uns heute zeigen, rühren daher, daß wir unser Wissen über die Ursachen und über die Gesetzmäßigkeiten des Variierens sehr erweitert hahen. Wer zielbewußt und erfolgreich züchten will, muß zu allererst mit den wichtigsten Gesetzen des Variierens vertraut sein.

Daß die einzelnen Nachkommen eines Elternpaares oder bei „vegetativer“ Fortpflanzung durch Knollen, Ausläufer, Stecklinge, Pfropfreiser usw. die Nachkommen einer einzigen Ausgangspflanze stark variieren, d. h. untereinander und auch von den Eltern deutlich verschieden sein können, hat im wesentlichen drei Ursachen. Dementsprechend können wir dreierlei Kategorien von Variationen unterscheiden, die wir jetzt der Reihe nach besprechen wollen.

1. Die Modifikationen

Wenn wir eine Anzahl Samen ein und derselben Ausgangspflanze von Weizen unter ganz verschiedenen Verhältnissen aus-

säen, je einen Teil etwa in leichtem Boden, in schwerem Boden, mit starker Stickstoffdüngung, in trockenem Klima, in feuchtem Klima, in der Tiefebene, in einem alpinen Versuchsgarten usw., so werden wir auf diese Weise trotz der für alle gleichen erblichen Veranlagung zu sehr verschieden aussehenden Weizenpflanzen kommen, zu so verschiedenen, daß kein Landwirt sie zunächst für Weizen der gleichen Sorte halten würde.

Oder wenn wir einen Löwenzahnstock im Tiefland ausgraben, in zwei Stücke schneiden und die eine Hälfte wieder im Tieflande, die andere etwa auf dem Brockengipfel auspflanzen, so bekommen wir zwei so sehr verschieden aussehende Pflanzen, daß ein Botaniker sie auf den ersten Blick für zwei ganz verschiedene Arten, mindestens aber für zwei deutlich verschiedene Lokalrassen halten würde (Fig. 1). Oder wenn wir ein Auge eines Birnenzweiges auf einen Birnenwildling und das daneben sitzende Auge auf einen Quittenwildling okulieren, dann bekommen wir aus den beiden erblich gleich veranlagten Augen zwei Birnbäume von sehr verschiedenem Aussehen.

Kurzum, die ganze Umwelt, d. h. Ernährung, Licht, Temperatur usw. beeinflußt, „modifiziert" alle Eigenschaften sehr stark.

Alle diese Modifikationen sind aber **nicht** erblich, als Auslesematerial für eine Züchtung kommen sie nicht in Frage.

Man hat hierüber Versuche im größten Umfang angestellt. Z. B. ist durch den Einfluß von Ernährung, Wasserversorgung, Bodenbeschaffenheit usw. der Stickstoffgehalt der Kartoffelknollen sehr stark modifizierbar. Auch wenn man eine Sorte prüft, die durch vegetative Vermehrung einer einzigen Ausgangsknolle entstanden ist, so findet man innerhalb der Sorte bei den einzelnen Stauden, ja auch bei den einzelnen Knollen einer Staude, einen sehr ungleich hohen Stickstoffgehalt. Versucht man aber nun, durch Selektion immer nur der stickstoffreichsten Knollen einer solchen Sorte eine Sorte mit höherem durchschnittlichen Stickstoffgehalt zu erhalten, so führt das zu keinem Ergebnis.

Oder wenn man von einer wilden Mohrrübe (*Daucus Carota*) Samen erntet und die Samen in guter Gartenerde aussäet, so be-

kommt man Pflanzen mit deutlich dickeren, fleischigeren Wurzeln, als wenn man die Samen irgendwo an einem Feldrain hätte keimen lassen. Vererbt wird aber diese größere Dicke der Wurzeln nicht. Es ist also nicht möglich, einfach dadurch, daß man wilde Mohr-



Fig. 1. Ernährungsmodifikationen des Löwenzahns. Nach Versuchen von Bonnier. Teile der gleichen Pflanze, der eine Teil in der Ebene, der andere im Gebirge gewachsen.

rüben jahraus-jahrein im Garten anbaut, sie zu richtigen dickwurzeligen Kulturformen zu machen[1]).

Oder wenn man durch dichte Pflanzweise leidlich geradschäftige hohe Eichenstämme auch aus jungen Eichen bekommen kann, die an sich krummwüchsig sind, so wird diese Geradschäftigkeit nicht vererbt. Als Samenträger wird der vernünftige Forstmann nur Eichenstämme wählen, die von sich aus, d. h. auch bei völlig freiem Stande schon geradschäftig wachsen.

Wenn man viele Nachkommen irgend einer Ausgangspflanze auf irgend eine Eigenschaft hin statistisch untersucht, wenn man z. B. die Gewichte aller einzelnen Kartoffelknollen eines Feldbestandes der Sorte „Industrie“ feststellt und in Gewichtsklassen einteilt, dann findet man, daß ganz extrem leichte und ganz extrem schwere Knollen nur in ganz geringer Häufigkeit vorkommen, daß dagegen Knollen mit mittleren Gewichten überwiegen. Eine ganz entsprechende Statistik der Gewichte einer großen Zahl von Bohnen einer einheitlichen Bohnenrasse ist in Fig. 2 dargestellt. Die Figur zeigt, daß die graphische Darstellung der Häufigkeit der einzelnen Gewichtsklassen eine ganz charakteristische Kurve gibt, die mit der „Zufallskurve“ eine große Ähnlichkeit hat. Diese Ähnlichkeit der „Variationskurven“ mit der Zufallskurve rührt daher, daß jede Eigenschaft von sehr vielerlei sich „zufällig“ kombinierenden Außenfaktoren beeinflußt wird. Der eine Faktor fördert, der andere hemmt, und selten wird es sich treffen, daß ein Individuum von allen diesen vielerlei Faktoren in der gleichen Richtung beeinflußt wird. Extrem zuckerhaltig wird eine Rübe nur dann sein, wenn es sich gerade so trifft, daß eine Pflanze an einer besonders nährstoffreichen Stelle des Feldes saß, daß sie als Keimpflanze schon besonders reichlichen Standraum hatte, daß beim Hacken sie keinerlei Verletzung

---

[1]) Wenn man freilich diese Pflanzen neben Gartenmöhren abblühen läßt, dann findet eine Bestäubung durch diese statt, und deshalb wird dann natürlich die Nachzucht im nächsten Jahre mehr den Gartenmöhren ähnlich. Man muß eben alle solche Versuche mit der nötigen Kritik ausführen, sonst kommt man zu Fehlschlüssen.

erlitt, daß sie kein Blatt durch Tierfraß verlor, daß die Blätter alle gut belichtet wurden, daß sie besonders reichliche Kohlensäurezufuhr hatte usw. usw. Daß eine Pflanze in allen diesen vielerlei Dingen vom Glück begünstigt wird, kommt nur selten vor und ebenso selten trifft es sich, daß eine Pflanze in allen diesen Dingen Unglück hat. Die meisten Rüben werden in der einen

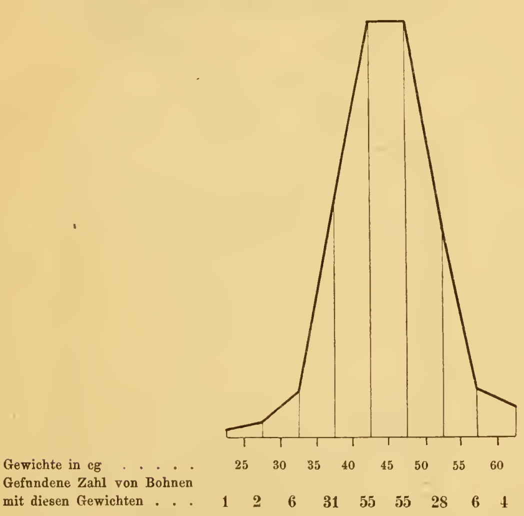


Fig. 2. Gewichte von 188 Bohnen (Johannsens Linie K) nach Johannsen. Es hatten: 1 Bohne ein Gewicht zwischen 20 und 25 cg, 2 Bohnen Gewichte zwischen 25 und 30 cg, 6 zwischen 30 und 35 cg usw.

Hinsicht Glück, in der andern Unglück gehabt haben, also einen mittleren Zuckergehalt aufweisen.

Diese Zufallskurve bekommt man auch sonst überall, wo eine Reihe von Zufälligkeiten einen Prozeß beeinflußt. Wenn man z. B. in einem Apparat wie dem in Fig. 3 abgebildeten aus dem Behälter A durch die Öffnung B eine Anzahl Schrotkugeln über die mit Drahtstiften bespickte schiefe Ebene herunter rollen läßt, so werden die Kugeln auf die Stifte stoßen. Bei jedem Aufschlag

wird die Kugel entweder nach rechts oder nach links abspringen. Sprünge nach rechts und nach links haben die gleiche Wahrscheinlichkeit, meist wird deshalb eine Kugel ebenso oft nach rechts wie nach links abspringen, d. h. die Sprünge nach links und nach rechts heben sich meist ungefähr auf und die Kugel

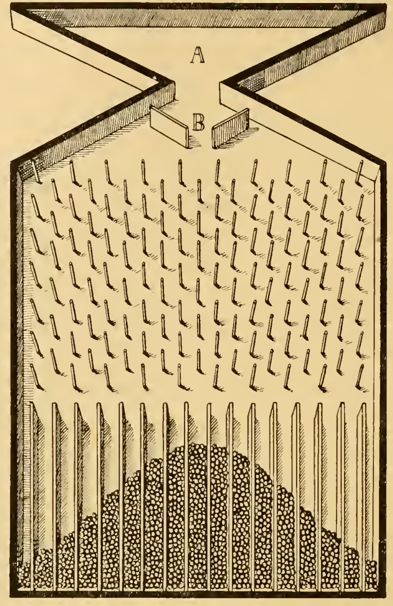


Fig. 3.

fällt schließlich trotz aller Stifte doch in eines der Mittelfächer. Nur bei wenigen Kugeln wird es der Zufall fügen, daß sie bei allen Aufschlägen immer nur nach rechts oder immer nur nach links springen und so in das äußerste rechte oder das äußerste linke Fach gelangen. Wenn man bei einem solchen Apparat auszählt, wieviele Kugeln in den einzelnen Fächern liegen, so bekommt man eine Zahlenreihe, die ganz der Zufallskurve entspricht.

Wenn man bei vegetativ vermehrten Pflanzen, z. B. den Kartoffeln, ausgeht von einer Staude und davon sich eine große Nachkommenschaft heranzieht, so bekommt man eine Kartoffelfamilie, deren Einzelindividuen unter dem Einfluß der ungleich auf sie einwirkenden Außenfaktoren große Verschiedenheiten aufweisen. Aber diese Verschiedenheiten beruhen in ihrer übergroßen Mehrzahl auf Modifikationen und sind nicht erblich. Man heißt eine solche erblich einheitliche, **vegetative** Nach-

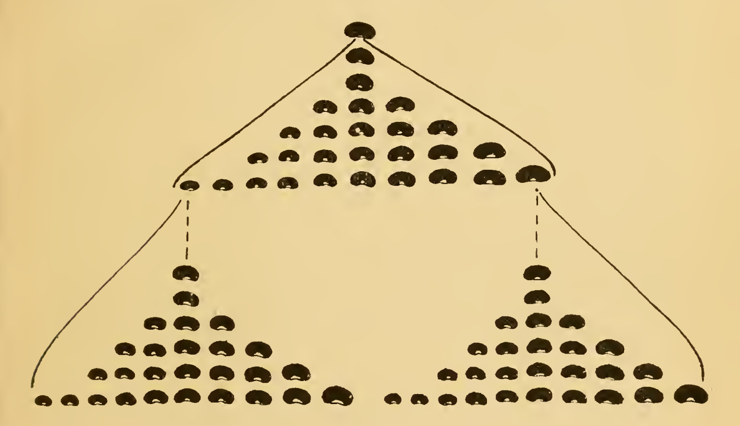


Fig. 4. Schematische Darstellung der Wirkung einer Auslese nach „groß" und nach „klein" in einer reinen Linie von Bohnen. Die Nachkommen sowohl der kleinsten wie die der größten Bohne zeigen wieder genau die gleiche Variationsbreite der Bohnengröße. Vererbt wird der Liniencharakter und nicht die individuelle Beschaffenheit der einzelnen Bohne.

kommenschaft eines Ausgangsindividuums einen **Klon**. Da dieser Ausdruck auch in der züchterischen Literatur oft verwendet wird, müssen wir ihn uns merken.

In ganz entsprechender Weise kann man bei Pflanzen, die sich durch Selbstbestäubung vermehren, ausgehen von einem einzigen Individuum und dessen Nachkommenschaft gesondert anbauen, z. B. bei einer Gerstenpflanze. Auch diese so entstandene Gerstenfamilie ist ihrer erblichen Veranlagung nach einheit-

lich, und die oft sehr auffälligen Verschiedenheiten der Einzelindividuen einer solchen Familie beruhen im allgemeinen ebenfalls nur auf nicht erblichen Modifikationen. Man heißt eine solche Familie, d. h. die gesamte Nachkommenschaft eines Einzelindividuums bei Selbstbefruchtern eine „**reine Linie**". Weil innerhalb eines Klons sowohl wie innerhalb einer reinen Linie die Unterschiede der Einzelpflanzen fast ausschließlich auf nicht erblichen Modifikationen beruhen, führt auch im allgemeinen Selektion innerhalb eines Klons oder innerhalb einer reinen Linie zu keinem Ergebnis. Auch wenn man in einer reinen Linie von Bohnen immer nur die größten Bohnen zur Weiterzucht verwendet, wird dadurch diese Bohnenlinie nicht großfrüchtiger. Jede Linie und jeder Klon zeigt eine ganz bestimmte „Variationsbreite" jeder Eigenschaft und diese Variationsbreite wird vererbt, aber nicht die Eigenschaftsausbildung des einzelnen Individuums. Ein solcher Selektionsversuch ist in Fig. 4 (S. 7) dargestellt.

Von großer Wichtigkeit ist es, zu wissen, daß es von jeder Pflanze zahlreiche solche Linien, zahlreiche solche Klone gibt und daß jede reine Linie und jeder Klon eine ganz bestimmte Variationsbreite mit erstaunlicher Treue durch lange Generationen vererben.

Für den Züchter das wichtigste aus diesem Kapitel ist, daß die Modifikationen nicht erblich sind. Diese Erkenntnis ist für die Praxis in vieler Hinsicht von Bedeutung.

Zunächst folgt daraus, daß eine Pflanze, die individuell besonders gut und kräftig nur deshalb geworden ist, weil sie unter besonders günstigen Ernährungsbedingungen gewachsen ist, etwa als Randpflanze eines Beetes, oder zufällig auf großem Standraum u. dgl., ihre individuelle Güte nicht weiter vererbt.

Oder um ein anderes Beispiel zu nehmen; wenn man von einer Rotkohlpflanze im Herbst den Kopf abschneidet und verwertet und nur den Strunk überwintert und im nächsten Jahre blühen läßt, so geben die so gewonnenen Rotkohlsamen genau ebenso gute Rotkohlpflanzen, wie wenn man die Köpfe nicht abgeschnitten hätte.

Oder wenn man von Zuckerrüben durch enge Aussaat Kümmerpflanzen mit nur fingerdicken Rüben zieht — sogenannte Rübenstecklinge — und sie dann im nächsten Jahre durch Auspflanzen im nötigen weiten Austand zu kräftigen Samenträgern heranwachsen läßt, so erhält man Samen mit ganz genau den gleichen erblichen Eigenschaften, wie wenn man die Rübenpflanzen auch im ersten Jahre ihres Lebens schon mit großem Standraum so aufgezogen hätte, daß sie große und dicke Rüben ausgebildet hätten. Vom Standpunkte der Vererbungslehre aus ist also die Verwendung von Stecklingsrüben ganz unbedenklich.

2. Die Variationen infolge von Bastardspaltungen, die Kombinationen

Wenn Nachkommenschaft auf geschlechtlichem Wege entsteht, sind nur ganz ausnahmsweise einmal Vater- und Mutterpflanze erblich einander völlig gleich[1]). Meist kommen verschiedene erbliche Veranlagungen zusammen, und diese Verschiedenheit der erblichen Anlage der Eltern verursacht eine zweite Kategorie von Variationserscheinungen, die Kombinationen. Für die Züchtungspraxis sind die Kombinationen von der größten Wichtigkeit. Durch ihre meist unbewußte, in den letzten Jahren allerdings gelegentlich auch schon gewollte und zielbewußte Ausnutzung sind große züchterische Fortschritte erzielt und noch sehr viel größere sind möglich.

Den Schlüssel zum Verständnis dieser Vererbungsvorgänge liefern uns die von Gregor Mendel entdeckten Mendelschen Gesetze, die jeder Züchter, der kein Pfuscher sein will, gründlich kennen muß.

Wir wollen sie an einem einfachen Beispiel ableiten: Wir wollen eine Kreuzung vornehmen zwischen zwei Löwenmaulrassen (*Antirrhinum majus*), die sich nur in der Blütenfarbe unterscheiden (Fig. 5).

Wir bestäuben[2]) eine rechtzeitig kastrierte Blüte einer konstant elfenbeinfarbigen Rasse mit Blütenstaub einer konstanten roten

---

[1]) Außer wenn bei Selbstbefruchtern die gleiche Pflanze Vater und Mutter in einem ist.

[2]) Über die Technik wird später Näheres mitgeteilt.

Rasse. Aus den so erzeugten Samen erziehen wir Bastard-Pflanzen, die alle rot blühen, allerdings deutlich etwas blasser rot als die erste Ausgangsrasse. Wenn wir nun diese blaßroten Pflanzen mit dem eigenen Blütenstaub, oder auch wenn wir mehrere solcher

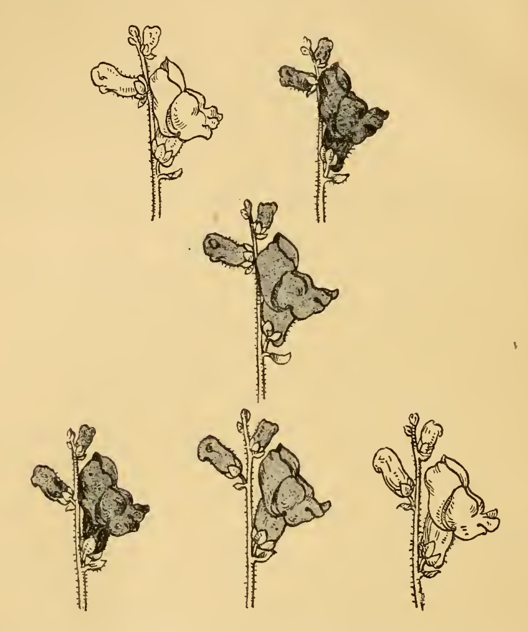


Fig. 5. Vererbungsweise bei der Kreuzung einer roten und einer elfenbeinfarbigen Löwenmaulsorte.

Bastarde untereinander befruchten, so bekommen wir aus den so erzeugten Samen eine zweite Bastardgeneration, die folgendermaßen zusammengesetzt ist: ein Viertel der Pflanzen ist elfenbeinfarbig ganz wie die eine Ausgangsrasse, ein Viertel ist rot genau wie die andere Ausgangsrasse und die übrigen zwei Viertel sind blaßrote Pflanzen ganz so wie die Bastarde der ersten Generation. Wenn wir die roten und die blaßroten Pflanzen nicht unterscheiden, so finden

wir demnach diese zweite Bastardgeneration zusammengesetzt aus 3 Teilen roten und 1 Teil elfenbeinfarbigen Pflanzen. Alle elfenbeinfarbigen Pflanzen dieser zweiten Bastardgeneration erweisen sich bei Weiterzucht als völlig konstant elfenbeinfarbig, ebenso geben alle reinroten eine konstante Nachkommenschaft. Alle blaßroten Pflanzen zeigen dagegen bei Selbstbefruchtung weiterhin wieder genau die gleiche Aufspaltung, wie wir sie von den blaßroten Bastarden der ersten Generation kennen gelernt haben, d. h. geben zu ein Viertel elfenbeinfarbige, zu ein Viertel rote und zu zwei Viertel blaßrote Pflanzen.

Wie kommt das alles zustande? Wir müssen, um das zu verstehen, ausgehen von den Geschlechtszellen: jede Löwenmaulpflanze entsteht durch die Vereinigung (völlige Verschmelzung) einer Eizelle mit der männlichen, aus dem Pollenkorn stammenden Geschlechtszelle. Eine jede rote Pflanze aus einer konstanten roten Rasse ist somit entstanden aus der Vereinigung zweier Geschlechtszellen, die beide die Eigenschaft „rote“ Blütenfarbe übertragen, sagen wir kurz aus der Vereinigung zweier roter[1]) Geschlechtszellen. Eine solche konstante rote Pflanze erzeugt auch selber nur „rote“ Eizellen und „rote“ Pollenkörner. Ebenso ist auch die elfenbeinfarbige Pflanze unseres Beispieles entstanden aus der Vereinigung zweier „elfenbeinfarbiger“ Geschlechtszellen und erzeugt selbst nur solche.

Der Bastard unseres Beispieles entsteht durch die Vereinigung einer „roten“ mit einer „elfenbeinfarbigen“ Geschlechtszelle (siehe Fig. 6) und ein solcher, durch Vereinigung zweierlei verschiedenartiger Geschlechtszellen erzeugter Bastard bildet nun selber wieder stets zweierlei Geschlechtszellen, nämlich 50 % rote und 50 % elfenbeinfarbige.

In diesem Umstand liegt der Schlüssel für das Verständnis der ganzen Mendelspaltung.

Wenn ein solcher Bastard 50 % rote Eizellen und 50 % elfenbeinfarbige Eizellen und ebenso 50 % rote und 50 % elfenbeinfarbige Pollenkörner bildet, so sind bei Selbstbefruchtung des

---

[1]) sie sind natürlich nicht „rot“ gefärbt, sondern übertragen nur die Anlage für rote Farbe!

Bastardes oder bei Befruchtung solcher Bastarde untereinander zwischen den roten und den elfenbeinfarbigen Eizellen und den roten und den elfenbeinfarbigen Pollenkörnern die folgenden vier in Fig. 6 dargestellten Vereinigungen möglich:

eine rote Eizelle kann treffen ein rotes Pollenkorn und gibt so eine rote konstante Pflanze,

eine rote Eizelle kann treffen ein elfenbeinfarbiges Pollenkorn und gibt so eine Bastardpflanze,

eine elfenbeinfarbige Eizelle kann treffen ein rotes Pollenkorn und gibt so eine Bastardpflanze,

eine elfenbeinfarbige Eizelle kann treffen ein elfenbeinfarbiges Pollenkorn und gibt so eine elfenbeinfarbige konstante Pflanze.

Jede dieser vier Möglichkeiten des Zusammentreffens ist gleich wahrscheinlich, wir können also ohne weiteres annehmen, daß von sehr vielen Nachkommen eines solchen Bastardes je ein Viertel auf einem dieser vier Wege entstanden ist. Es ist somit zu erwarten, daß von den Nachkommen eines solchen Bastardes ein Viertel konstant rote, ein Viertel konstant elfenbeinfarbige und zwei Viertel wiederum weiter „spaltende" Bastardpflanzen sind.

Also alles, was wir im Versuch (Fig. 5) tatsächlich beobachten, ist einfach die Folge davon, daß unser Bastard rote und elfenbeinfarbige Eizellen und rote und elfenbeinfarbige Pollenkörner je zu gleichen Teilen bildet.

Die gleiche Ableitung kann man auch mit Hilfe einer bestimmten Formelschreibweise ausführen, mit der wir uns ohnedies vertraut machen müssen, um später verwickeltere Fälle verstehen zu können. Wir heißen eine rote Geschlechtszelle **F** und eine elfenbeinfarbige **f**, eine rote Pflanze, die aus zwei roten Geschlechtszellen entstanden ist, **FF** und dementsprechend eine elfenbeinfarbige Pflanze **ff**. Der Bastard hat dann die „Erbformel" **Ff** und bildet 50 % Eizellen **F** und 50 % **f**, 50 % Pollenkörner **F** und 50 % **f**.

Bestäuben wir einen solchen Bastard mit sich selbst oder mehrere Bastarde untereinander, so kann die Befruchtung in folgenden vier Wegen vor sich gehen:

1. Eine Eizelle **F** kann treffen ein Pollenkorn **F** und gibt eine Pflanze **FF**
2. „ „ **F** „ „ „ „ **f** „ „ „ „ **Ff**
3. „ „ **f** „ „ „ „ **F** „ „ „ „ **Ff**
4. „ „ **f** „ „ „ „ **f** „ „ „ „ **ff**

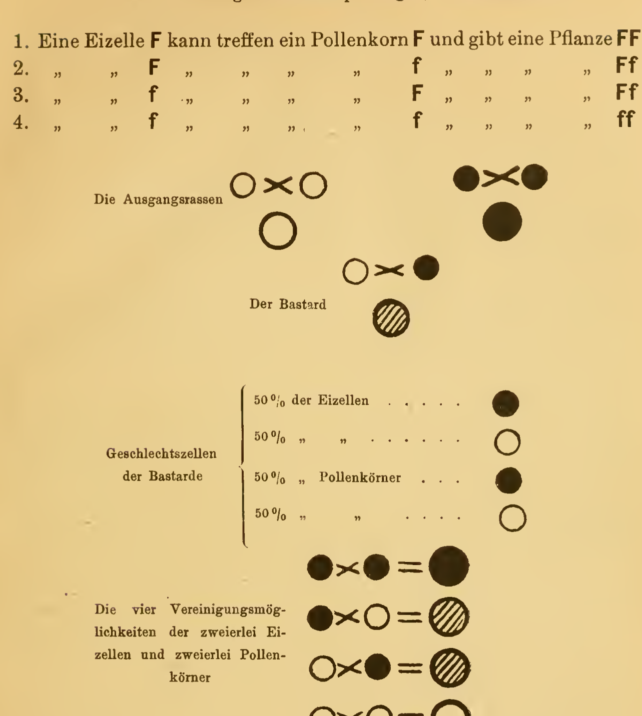


Fig. 6. Schematische Darstellung der in Fig. 5 abgebildeten Löwenmaulkreuzungen.

Es ist also zu erwarten, daß eine solche 2. Bastardgeneration besteht aus:

$^1/_4$ Pflanzen **FF**, die rot und konstant sind,
$^2/_4$ „ **Ff**, die blaßrot sind und sich wieder als Bastarde erweisen,
$^1/_4$ „ **ff**, die elfenbeinfarbig und konstant sind.

Zur Bezeichnung der einzelnen Generationen einer solchen Kreuzung und zur Bezeichnung einiger Vorgänge in einem solchen Versuch hat man eine Anzahl von Fachausdrücken eingeführt, die aber auch jeder Praktiker kennen muß: man bezeichnet die Generation, die man zur Kreuzung verwendet, als die erste Parentalgeneration, man sagt und schreibt aber stets nur **P_1-Generation**. Die erste Bastardgeneration heißt „erste Filialgeneration", d. h. **F_1-Generation**, deren Kinder heißen zweite Filialgeneration, d. h. **F_2-Generation** usw.

Ferner heißt man eine Pflanze, die entstanden ist aus der Vereinigung zweier gleicher Geschlechtszellen, **homozygotisch** und eine Pflanze so wie unsern Bastard, die durch Vereinigung zweier verschiedenartiger Geschlechtszellen zustande gekommen ist, **heterozygotisch**.

Die Erscheinung, daß bei einer solchen Kreuzung in der F_1-Generation und überhaupt in den Heterozygoten die Eigenschaft der einen Ausgangsrasse „durchschlägt" (wie in unserm Beispiel die rote Farbe), bezeichnet man als **Dominanz**. Man sagt also: bei den Löwenmäulchen ist rote Farbe „dominant" über elfenbein-Farbe, diese letztere Farbe ist „rezessiv" gegen rot.

Diese wenigen Fachausdrücke sind so allgemein verbreitet, daß wir sie auch in diesem kurz gefaßten Buche gebrauchen müssen.

Das theoretisch in F_2 einer solchen Kreuzung auftretende Zahlenverhältnis 1 : 2 : 1 wird in den Versuchen, welche mit genügend zahlreichen Pflanzen angestellt werden, auch sehr weitgehend genau tatsächlich gefunden. Z. B. bei einer Löwenmaul-Kreuzung wie der obengenannten, d. h. rot $\times$[1]) elfenbein fand ich in F_2 54 rote, 122 blaßrote und 58 elfenbeinfarbige Pflanzen.

Aus dem Umstand, daß ein Bastard zweierlei Geschlechtszellen bildet, folgt ein ganz bestimmtes Ergebnis einer Rückkreuzung, d. h. einer Kreuzung des Bastardes mit einer der reinen Ausgangsrassen. Wenn wir z. B. unsern F_1-Löwenmaulbastard nicht mit Bastardpollen sondern mit Pollen der konstanten

[1]) $\times$ das „Mal"-Zeichen wird in der Vererbungsliteratur zur Bezeichnung einer Kreuzung verwendet, es ist zu lesen als: „gekreuzt mit".

elfenbeinfarbigen P_1-Rasse bestäuben, so müssen, weil 50 % der Eizellen rot, 50 % elfenbeinfarbig, aber alle jetzt zur Bestäubung benutzten Pollenkörner elfenbeinfarbig sind, die eine Hälfte der F_2-Pflanzen entstehen aus der Vereinigung rote Eizelle × elfenbein Pollen, d. h. Bastarde sein, die andere Hälfte aber aus der Vereinigung elfenbein Eizelle × elfenbein Pollenkorn, d. h. sie müssen konstante elfenbeinfarbige Pflanzen sein.

Tatsächlich besteht auch die Nachkommenschaft aus einer solchen Rückkreuzung zur einen Hälfte aus roten, zur andern Hälfte aus elfenbeinfarbigen Pflanzen.

Ganz entsprechend läßt sich auch ableiten, was die Rückkreuzung eines solchen Bastardes mit der dominanten (in unserm Beispiele roten) Stammsippe ergibt.

Auch bei solchen Rückkreuzungen stimmt das im Versuch gefundene sehr schön mit dem theoretisch erwarteten Resultat. Z. B. gibt die Kreuzung einer gelbblätterigen mit einer grünblätterigen Löwenmaulsorte Bastardpflanzen, welche gelbgrüne, „aurea“-farbige Blätter haben. Die Rückkreuzungen von solchen Bastarden mit der grünen Stammsorte ergaben 597 Pflanzen mit aureafarbigen und 581 Pflanzen mit grünen Blättern. Entsprechend gute Übereinstimmung mit dem theoretischen Verhältnis 1 : 1 ergaben alle andern mit genügend großem Zahlenmaterial ausgeführten Versuche.

Nach dem gleichen Schema wie in dem eben besprochenen Löwenmaulbeispiel geht die Vererbung auch sonst in vielen Kreuzungen. Eine häufige, aber grundsätzlich unwichtige Abweichung besteht nur darin, daß oft die Dominanz einer Eigenschaft so weit geht, daß die Heterozygoten äußerlich nicht von den Homozygoten unterscheidbar sind. Z. B. ist der Bastard zwischen einem begrannten Weizen und einem unbegrannten fast völlig unbegrannt. Oder der Bastard zwischen einem Rispenhafer und einem Fahnenhafer ist ein ganz typischer Rispenhafer, der Bastard zwischen einem weißen und einem roten Radies'chen ist meist fast ebenso weiß wie die weiße P_1-Sorte.

Bisher haben wir nur davon gesprochen, wie die Vererbung verläuft, wenn man zwei Rassen kreuzt, die nur einen Unterschied aufweisen. Wie ist nun aber der Erbgang, wenn die beiden gekreuzten Sorten sich in mehreren Eigenschaften unterscheiden? Betrachten wir auch hier wieder ein einfaches Beispiel. Wir wollen kreuzen eine rote Löwenmaulsorte, die radiäre (pelorische) Blütenform hat (Fig. 7. 1, und eine elfenbeinfarbige Rasse, die normale (zygomorphe) Blüten hat (Fig. 7. 2). Der Bastard ist blaßrot und zygomorph, es dominiert also, wie uns ja schon bekannt ist, rote Farbe über elfenbein Farbe und zygomorphe Form über radiäre Form. Wenn man einen solchen Bastard mit sich selbst, oder mehrere solcher Bastarde untereinander befruchtet, so bekommt man in F_2 die in Fig. 7 unten abgebildeten viererlei[1]) Typen:

1. rot oder blaßrot zygomorph (*9*),
2. rot oder blaßrot radiär (*3*),
3. elfenbein zygomorph (*3*),
4. elfenbein radiär (*1*).

Zählt man die Häufigkeit der vier Typen aus, so findet man deutlich das oben schon in () beigefügte Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1, d. h. von den F_2-Pflanzen eines solchen Versuchs sind

$^9/_{16}$ rot bezw. blaßrot zygomorph,
$^3/_{16}$ rot bezw. blaßrot radiär,
$^3/_{16}$ elfenbeinfarbig zygomorph,
$^1/_{16}$ elfenbeinfarbig radiär.

Wie diese Spaltung zustande kommt, wollen wir mit unserer vorhin besprochenen Formelschreibweise (S. 12) ableiten. Wir heißen eine Geschlechtszelle, welche rote Farbe und radiäre Form überträgt, **Fe** und entsprechend eine homozygotische rote radiäre Pflanze **FFee**. Ebenso heißen Geschlechtszellen, welche die Eigenschaften „elfenbeinfarbig und zygomorph" übertragen, **fE** und eine homozygotisch elfenbeinfarbige zygomorphe Pflanze **ffEE**, und der Bastard heißt **FfEe**.

---

[1]) Ganz genau besehen sind es sechserlei Typen, weil auch hier die homozygotisch roten deutlich dunkler sind als die heterozygotisch roten. Wir wollen aber hier einmal alle mehr oder weniger dunkel roten Pflanzen der Einfachheit halber zusammenzählen.

Wir bezeichnen so ganz allgemein irgend eine Eigenschaft mit einem Buchstaben und zwar so, daß die dominante Ausbildung den großen, die rezessive den kleinen Buchstaben bekommt; also rot = **F**, nicht rot = **f**, zygomorph = **E**, nicht zygomorph = **e**.

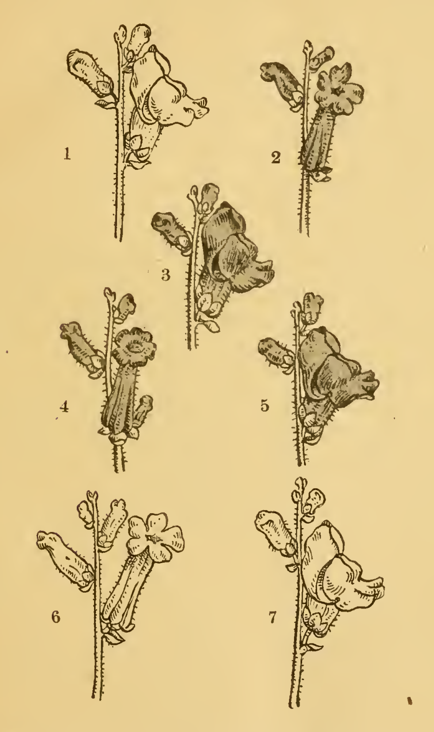


Fig. 7. Kreuzung zweier in zwei Eigenschaften verschiedener Löwenmaulsorten.

Ein Bastard von der Erbformel **FfEe**, der, wie man sich auszudrücken pflegt, heterozygotisch in zwei „Faktoren" ist, bildet nun viererlei Geschlechtszellen aus. Je ein **Viertel** seiner Ei-

zellen und ebenso je ein **Viertel** seiner Pollenkörner ist **FE**, je eines **Fe**, je eines **fE** und je eines **fe**.

Bei der Selbstbefruchtung eines solchen Bastardes oder bei der Befruchtung solcher Bastarde untereinander können sich die viererlei Eizellen mit den viererlei Pollenkörnern in folgenden **16** Kombinationen treffen:

Lfd. Nr.	Eine Eizelle	kann treffen ein Pollenkorn	und gibt so eine Pflanze	
1	FE	FE	FFEE	konstant rot und konstant zygomorph
2	FE	Fe	FFEe	rot zygomorph, konstant rot aber weiterhin spaltend in zygomorph und radiär
3	FE	fE	FfEE	rot zygomorph, konstant zygomorph, aber spaltend in rot und elfenbein
4	FE	fe	FfEe	rot und zygomorph, weiterhin spaltend wie der F_1-Bastard
5	Fe	FE	FFEe	rot zygomorph, konstant rot, aber spaltend in zygomorph und radiär
6	Fe	Fe	FFee	konstant rot und radiär
7	Fe	fE	FfEe	rot zygomorph, spaltend wie der F_1-Bastard
8	Fe	fe	Ffee	rot radiär, spaltend in rot radiär und elfenbein radiär
9	fE	FE	FfEE	rot zygomorph, konstant zygomorph, aber spaltend in rot und elfenbein
10	fE	Fe	FfEe	rot zygomorph, spaltend wie der F_1-Bastard
11	fE	fE	ffEE	elfenbein zygomorph, konstant
12	fE	fe	ffEe	elfenbein zygomorph, spaltend in elfenbein zygomorph und elfenbein radiär
13	fe	FE	FfEe	rot zygomorph, spaltend wie der F_1-Bastard
14	fe	Fe	Ffee	rot radiär, spaltend in rot radiär und elfenbein radiär
15	fe	fE	ffEe	elfenbein zygomorph, spaltend in elfenbein zygomorph und elfenbein radiär
16	fe	fe	ffee	elfenbein radiär, konstant.

Ein Blick auf die letzte Spalte dieser Übersicht ergibt, daß tatsächlich von diesen 16 Kombinationen **9** rote zygomorphe, **3** rote radiäre, **3** elfenbeinfarbige zygomorphe und **1** elfenbeinfarbige radiäre Pflanzen geben müssen. Jede von diesen 16 Möglichkeiten des Zusammentreffens der viererlei Eizellen mit den viererlei Pollenkörnern hat die gleiche Wahrscheinlichkeit, es ist also wiederum zu erwarten, daß von einer großen Zahl von F_2-Pflanzen je $^1/_{16}$ auf einem von diesen Wegen entstanden ist, d. h. daß $^9/_{16}$ der F_2-Pflanzen rot zygomorph, $^3/_{16}$ rot radiär, $^3/_{16}$ elfenbein zygomorph und $^1/_{16}$ elfenbein radiär sein müssen. D. h. allein aus dem Umstand, daß ein solcher in 2 Faktoren heterozygotischer Bastard viererlei Geschlechtszellen bildet, folgt die ganze Aufspaltung, die in Fig. 7 dargestellt ist.

Die verschiedenen einzelnen Eigenschaften, oder wir können auch sagen, die verschiedenen einzelnen Rassenunterschiede vererben sich also unabhängig voneinander, und in der F_2-Generation einer solchen Kreuzung treten alle zwischen diesen Eigenschaften überhaupt möglichen Kombinationen auf.

Hierin liegt die Bedeutung dieser Gesetzmäßigkeiten für die Züchtung. Man kann mit Hilfe solcher Kreuzungen beliebige gewünschte Kombinationen von Eigenschaften herstellen.

Wir hatten in unserem Beispiel zunächst nur die zwei Rassen „rot radiär“ und „elfenbeinfarbig zygomorph“. Elfenbeinfarbige radiäre Pflanzen gab es z. B. noch gar nicht, als ich zum erstenmal diese Kreuzung ausführte. Diese „Neuheit“ war durch die Kreuzung ohne weiteres herstellbar.

Wichtig ist, und deshalb betone ich es immer wieder, daß die Neukombinationen **erst in der F_2-Generation** auftreten, man muß also, um solche Neuheiten zu erhalten, die Kreuzung immer bis F_2 weiterziehen, nicht, wie es früher die Züchter meist nur getan haben, die Bastarde wegwerfen, wenn F_1 nicht schon irgend etwas Neues darstellte!

Die bisher besprochenen Gesetzmäßigkeiten der Vererbung bei Rassenkreuzungen gelten nun aber auch noch weiter. Wenn wir zwei Pflanzen kreuzen, die sich in drei Dingen unterscheiden, z. B. eine rote, radiäre, hochwüchsige Löwenmaulrasse mit einer

elfenbeinfarbigen, zygomorphen, niedrigwüchsigen, dann ist der Bastard rot zygomorph hochwüchsig, und in F_2 treten folgende acht äußerlich unterscheidbare Typen von Pflanzen auf:

rot	zygomorph	hoch	zu	$^{27}/_{64}$
„	„	niedrig	„	$^{9}/_{64}$
„	radiär	hoch	„	$^{9}/_{64}$
„	„	niedrig	„	$^{3}/_{64}$
elfenbein	zygomorph	hoch	„	$^{9}/_{64}$
„	„	niedrig	„	$^{3}/_{64}$
„	radiär	hoch	„	$^{3}/_{64}$
„	„	niedrig	„	$^{1}/_{64}$

Verständlich wird auch diese Spaltung wieder am besten mit Hilfe unserer Formelbezeichnung. Heißen wir Geschlechtszellen, welche hohen Wuchs übertragen, **H**, und die, welche niedrigen Wuchs übertragen, **h**, so heißt nach dem bereits früher Besprochenen die rote radiäre hohe Rasse **FFeeHH**, die elfenbeinfarbige zygomorphe niedrigwüchsige **ffEEhh**, der Bastard heißt **FfEeHh** und bildet folgende acht verschiedene Sorten von Eizellen und Pollenkörnern:

FEH, FEh, FeH, Feh, fEH, fEh, feH, feh,

zwischen denen **64** Kombinationsmöglichkeiten bestehen.

Führt man diese Kombinationen aus, so ergibt sich, daß tatsächlich die vorhin genannten achterlei Typen herausspalten müssen und zwar in dem auch im Versuch gefundenen Verhältnis 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1.

So gilt diese Gesetzmäßigkeit weiter, je mehr Unterschiede zwischen den beiden gekreuzten Rassen bestehen, desto größer ist die Zahl der von dem Bastard gebildeten verschiedenerlei Geschlechtszellen und von Kombinationsmöglichkeiten. Zu welchen Zahlen man hierbei kommt, zeigt ein Blick auf die nebenstehende Tabelle (Seite 21).

Also schon bei der Kreuzung von zwei Sorten, die nur fünf Unterschiede aufweisen, bekommt man in der zweiten Bastardgeneration $2^5 =$ **32** verschiedene Typen von Pflanzen, bei 10 Unterschieden ergeben sich $2^{10} =$ **1024** verschiedenerlei F_2-Pflanzen usw.

Zahl der Unterschiede zwischen den P_1-Individuen	Zahl der verschiedenen Arten von Geschlechtszellen, welche in F_1 gebildet werden	Zahl der möglichen Kombinationen der Geschlechtszellen	Maximale Zahl der äußerlich verschiedenen Kategorien von F_2-Individuen, wenn überall völlige Dominanz vorliegt	Die äußerlich verschiedenen Kategorien von F_2-Individuen sind, wenn überall völlige Dominanz vorliegt, vertreten durch Individuenzahlen, welche zueinander in den folgenden Verhältnissen stehen. (Hängt eine äußerlich sichtbare Eigenschaft von mehreren heterozygotisch vorkommenden „Faktoren“ ab, dann treten hier abweichende, allerdings aus den nachstehend genannten ableitbare Zahlenreihen auf.)
1	$2^1 = 2$	$(2^1)^2 = 4$	$2^1 = 2$	$\underbrace{3}_{1} : \underbrace{1}_{1}$
2	$2^2 = 4$	$(2^2)^2 = 16$	$2^2 = 4$	$\underbrace{9}_{1} : \underbrace{3 : 3}_{2} : \underbrace{1}_{1}$
3	$2^3 = 8$	$(2^3)^2 = 64$	$2^3 = 8$	$\underbrace{27}_{1} : \underbrace{9 : 9 : 9}_{3} : \underbrace{3 : 3 : 3}_{3} : \underbrace{1}_{1}$
4	$2^4 = 16$	$(2^4)^2 = 256$	$2^4 = 16$	$\underbrace{81}_{1} : \underbrace{27 : 27 : 27 : 27}_{4} : \underbrace{9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9}_{6} : \underbrace{3 : 3 : 3 : 3}_{4} : \underbrace{1}_{1}$
n	2^n	$(2^n)^3$	2^n	$3^n : 3^{n-1} : 3^{n-1} : 3^{n-1} \ldots : 3^{n-2} : 3^{n-2}\ 3^{n-2} \ldots$ usw. 1 . . *usw. = Koeffizienten d. Binoms* $(a+a)^n$ . . 1

Bei solchen Rassenkreuzungen treten nun sehr oft sowohl in der F_1-Generation wie auch in der F_2-Generation Pflanzen auf, die man nicht erwartet hat. Z. B. wenn man eine rein weiße Löwenmaulsorte kreuzt mit einer elfenbeinfarbigen, bekommt man rote F_1-Bastarde, die weiterhin in rote, elfenbeinfarbige und weiße Pflanzen im Verhältnis 9 : 3 : 4 aufspalten. Solche zunächst unerwartete Spaltungen sind aber ebenfalls ganz typische Mendelspaltungen.

Die Sache hängt so zusammen, daß rote Blütenfarbe bei den Löwenmäulchen in der Weise entsteht, daß zunächst in den

Blüten ein blaß gelblicher Farbstoff entsteht, und daß dieser Farbstoff dann später durch einen anderen Stoff — wahrscheinlich ein Enzym — in die rote Farbe umgewandelt wird. Damit rote Farbe zustande kommt, muß eine Pflanze also sowohl die gelbliche Farbe wie auch das Enzym bilden können. Nun gibt es aber Löwenmaulrassen, die zwar den gelblichen Farbstoff ausbilden können, nicht aber das Enzym, das sind eben die elfenbeinfarbigen. Andere Löwenmaulrassen können zwar das Enzym bilden, aber nicht den gelblichen Farbstoff, das Enzym findet also gar nichts vor, um sich auszuwirken, das sind die rein weißen Rassen.

Fähigkeit zur Bildung der gelblichen Farbe und Fähigkeit zur Bildung des Enzyms werden jede ganz selbständig für sich nach den Spaltungsgesetzen vererbt.

Heißen wir Geschlechtszellen, welche Fähigkeit zur Bildung der gelben Farbe übertragen, **B** und diejenigen, welchen diese Fähigkeit fehlt, **b**, ferner Geschlechtszellen mit der Fähigkeit zur Enzymbildung **F** und solche ohne diese Fähigkeit **f**, so ist **BBff** die Formel der elfenbein-Rasse und **bbFF** die Formel der weißen Rasse. Ein Bastard zwischen diesen beiden Rassen (weiß × elfenbein) hat dann die Formel **BbFf** und in ihm kommt nun die rote Farbe zur Ausbildung, es hat ja von dem einen (weißen) Elter her die Fähigkeit zur Enzymbildung, vom andern (elfenbeinfarbigen) her die Fähigkeit zur Bildung des gelblichen Farbstoffes geerbt. Es kommen also in ihm die beiden Voraussetzungen für Entstehung roter Farbe — gelbe Farbe + Enzym — zusammen.

Dieser Bastard bildet nun weiterhin ganz dem jetzt uns schon vertrauten Schema entsprechend folgende vier Arten von Geschlechtszellen:

25 % der Eizellen und der Pollenkörner sind **BF**
25 % „ „ „ „ „ „ **Bf**
25 % „ „ „ „ „ „ **bF**
25 % „ „ „ „ „ „ **bf**

Zwischen diesen viererlei Eizellen und viererlei Pollenkörnern sind die folgenden 16 Kombinationen möglich:

Nr.	Kombination	Formel der so entstandenen F_2-Pflanze	Farbe der F_1-Pflanze	Verhalten dieser Pflanze in F_3
1	BF × BF =	BBFF	rot	konstant
2	BF × Bf =	BBFf	„	spaltend in 3 rot : 1 elfenbein
3	BF × bF =	BbFF	„	„ „ 3 rot : 1 weiß
4	BF × bf =	BbFf	„	„ wie der F_1-Bastard
5	Bf × BF =	BBFf	rot	spaltend in 3 rot : 1 elfenbein
6	Bf × Bf =	BBff	elfenbein	konstant
7	Bf × bF =	BbFf	rot	spaltend wie der F_1-Bastard
8	Bf × bf =	Bbff	elfenbein	„ in 3 elfenbein : 1 weiß
9	bF × BF =	BbFF	rot	spaltend in 3 rot : 1 weiß
10	bF × Bf =	BbFf	„	„ wie der F_1-Bastard
11	bF × bF =	bbFF	weiß	konstant
12	bF × bf =	bbFf	„	konstant (dem Aussehen nach!)
13	bf × BF =	BbFf	rot	spaltend wie der F_1-Bastard
14	bf × Bf =	Bbff	elfenbein	„ in 3 elfenbein : 1 weiß
15	bf × bF =	bbFf	weiß	konstant (dem Aussehen nach!)
16	bf × bf =	bbff	„	konstant

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß die Nachkommenschaft eines solchen Bastardes zu $^9/_{16}$ aus roten, zu $^3/_{16}$ aus elfenbeinfarbigen und zu $^4/_{16}$ aus weißen Pflanzen bestehen muß. Von Interesse ist zu sehen, daß in dieser F_2-Generation auch weiße Pflanzen auftreten müssen — die von der Formel **bbff** aus der Kombination 16 —, welche weder die gelbliche Farbe noch das Enzym bilden können. Diese Pflanzen sind ebenfalls rein weiß, aber wenn man sie nun mit **BBff**-Pflanzen kreuzt, dann bekommt man Bastarde von der Formel **Bbff**, die elfenbeinfarbig sind und dann in 3 elfenbein : 1 weiß aufspalten.

Wir sehen also, daß äußerlich ununterscheidbare Rassen wie die beiden weißen **bbFF** und **bbff** erblich doch sehr verschieden sein können. Einzelne weiße Rassen enthalten, ohne daß man es ihnen ansehen kann, den Faktor für Enzymbildung, andere enthalten ihn nicht.

Man sagt für ein solches unsichtbares Enthaltensein eines Erbfaktors, dieser Faktor sei versteckt oder „kryptomer“ in dieser Pflanze enthalten.

In den letzten 20 Jahren hat man sehr viele Pflanzen und Tiere durch zahllose Kreuzungsversuche genau durchgearbeitet, und dabei hat sich etwas sehr Merkwürdiges ergeben.

Wir haben vorhin (Seite 21) gehört, daß, wenn zwischen zwei Rassen nur vier selbständig vererbbare Unterschiede bestehen, dann in F_2 $2^4 = 16$ verschiedene Rassen entstehen. Sind es 6 Unterschiede, so ergeben sich in F_2 $2^6 = 64$ verschiedene Rassen und bei 10 Unterschieden schon **1024**, bei 20 Unterschieden über eine Million usw. Und weiter hat sich nun gezeigt, daß die ganz unübersehbar große Zahl von Rassen und Sorten, die wir bei jeder Kulturpflanze unterscheiden können[1]), immer nur wieder auf andern Kombinationen von ganz wenigen Erbfaktoren beruhen. Also die Zahl der Rassenunterschiede ist verhältnismäßig klein, aber dadurch, daß diese primären Unterschiede in allen erdenklichen Kombinationen zusammenkommen, wird die große Zahl der Kulturrassen ermöglicht.

Das wollen wir uns an einem übersichtlichen Beispiel noch einmal vor Augen führen: Fünf solche unabhängig voneinander vererbbaren Erbfaktoren, die den Farbenrassen der Gartenlöwenmäulchen *(Antirrhinum majus)* zugrunde liegen, sind z. B.:

Dominante Ausbildung		Rezessive Ausbildung	
Ausbildung roter Farbe	**F**	keine rote Farbe	**f**
elfenbein Grundfarbe	**C**	gelbe Grundfarbe	**c**
rote Farbe in der ganzen Blüte	**D**	rote Farbbildung nur in den Lippen möglich, Röhre elfenbeinartig	**d**
rote Farbe „getuscht“	**G**	rote Farbe gleichmäßig	**g**
zygomorphe Blütenform	**E**	radiäre Blütenform	**e**

Auf den Tafeln I—IV ist eine Kreuzung zweier Löwenmaulrassen dargestellt, welche sich in diesen fünf Faktoren unter-

---

[1]) Von vielen Blumenarten sind allein schon je einige hundert Rassen im Handel und hunderttausende von Rassen können durch einfache Kreuzungen jederzeit hergestellt werden.

scheiden. Die eine P_1-Pflanze (Taf. 1, Fig. 1) war gelb und zygomorph, ihre Erbformel war **ffccddGGEE**. Daß diese Formel zutraf, konnte man der Pflanze nicht ohne weiteres ansehen. Äußerlich erkennbar war an ihr nur, daß sie **ff**, **cc** und entweder **Ee** oder **EE** sein mußte. Daß sie **EE** und nicht **Ee** war, hatte sich aber daraus ergeben, daß sie bei allen Kreuzungen mit radiären (**ee**-) Pflanzen ausschließlich zygomorph F_1-Pflanzen ergeben hatte. Ebenso hatte sie bei Kreuzung mit elfenbeinröhrigen rotlippigen (**dd**) Sorten stets nur elfenbeinröhrige F_1 gegeben, mußte also „kryptomer" den Faktor **d** homozygotisch erhalten haben. In gleicher Weise war auch durch frühere Kreuzungen festgestellt, daß sie **GG** in ihrer Formel hatte.

Die andere P_1-Pflanze (Taf. I, Fig. 2) war rot radiär rotröhrig und hatte die Formel **FFCCDDggee**. Auch diese Erbformel war durch frühere Kreuzungen bereits festgestellt. Der Bastard zwischen diesen beiden Rassen mußte also die Formel **FfCcDdGgEe** haben, d. h. heterozygotisch in allen diesen fünf Erbfaktoren sein. Er hatte auch das diesen Formeln entsprechende Aussehen, d. h. er war rot getuscht auf elfenbein Grund (Taf. I, Fig. 3), hatte rot gefärbte Röhre und war zygomorph. Dieser Bastard mußte demnach folgende 32 Sorten von Geschlechtszellen bilden: **FCDGE, FCDGe, FCDgE, FCDge, FCdGE, FCdGe, FCdgE, FCdge, FcDGE, FcDGe, FcDgE, FcDge, FcdGE, FcdGe, FcdgE, Fcdge, fCDGE, fCDGe, fCDgE, fCDge, fCdGE, fCdGe, fCdgE, fCdge, fcDGE, fcDGe, fcDgE, fcDge, fcdGE, fcdGe, fcdgE, fcdge** und in F_2 mußten 32 erblich verschiedene Sorten von Pflanzen auftreten. Von diesen mußten aber lange nicht alle äußerlich verschieden sein. Schon äußerlich unterscheidbar mußten nur die in Taf. II bis IV, Fig. 4—23 abgebildeten **20** Typen sein, die auch tatsächlich in dem Versuch auftraten. Ein Blick auf die Tafel zeigt, daß diese 20 unterscheidbaren Rassen immer nur wieder andere Kombinationen der ursprünglichen 5 Unterschiede aufweisen. Immer derselbe Farbentyp kommt radiär und zygomorph, ganz gefärbt und elfenbeinröhrig, mit elfenbein als Grundfarbe und mit gelb als Grundfarbe usw. vor. Alle diese Typen treten in einer ganz bestimmten Häufigkeit, die nach der Tabelle auf S. 21 leicht zu berechnen ist, im Versuch auch tatsächlich auf.

Der Versuch zeigt, wie man durch eine einfache Kreuzung sich oft ein ganz stattliches „Sortiment“ mit einem Male herstellen kann.

Meist unterscheiden sich die einzelnen alten Handelssorten in mehr als fünf Faktoren und dementsprechend ist die Zusammensetzung der F_2-Generation noch viel bunter als in unserem Beispiele. Die Zahl der Faktoren ist aber im Verhältnis zu der dadurch ermöglichten Zahl von Kombinationen, d. h. Rassen, eine sehr kleine. So lassen sich die vielen hundert heute allgemein kultivierten Löwenmaulrassen auf etwa 30 Erbfaktoren zurückführen, stellen im einzelnen immer nur wieder andere Kombinationen dieser Faktoren dar.

Kennt man von einer Pflanzenart alle Erbfaktoren, dann kann man jederzeit voraussagen, was für Rassen überhaupt möglich sind, und man kann, wenn irgend eine bestimmte „Neuheit“ gerade gewünscht wird, sagen, ob sie herstellbar ist, und wenn das der Fall ist, wie man das am einfachsten macht.

Freilich ist man mit der „Erbanalyse“ keiner anderen Pflanze bisher soweit wie mit dem Löwenmäulchen. Das ist aber auch für die züchterische Praxis gar nicht nötig! Für den praktischen Pflanzenzüchter genügt es vollkommen, wenn er nur weiß, daß es möglich ist, durch eine Kreuzung zweier Sorten in F_2 eine Unmenge neuer Sorten zu bekommen, aus denen er sich dann die ihm gefallenden Typen aussuchen und zur Konstanz durchzüchten kann.

Der große Fehler, den die Züchter früher so oft gemacht haben und der unbedingt vermieden werden muß, ist, wie vorhin schon einmal gesagt, der, daß man bloß die F_1-Generation heranzieht oder doch die F_2-Generation in viel zu kleiner Individuenzahl.

Wenn man z. B. zwei *Cyclamen*rassen kreuzt, um Neuheiten zu bekommen, die etwa zwei sonst auf zwei verschiedene Sorten verteilte gute Eigenschaften aufweisen, dann muß man zunächst kreuzen, dann F_1 in verhältnismäßig kleiner Individuenzahl heranziehen, sich gar nicht darum kümmern, ob diese F_1-Pflanzen schön oder häßlich aussehen und dann eine F_2-Generation von mindesten mehreren **hundert** Pflanzen heranziehen.

So klar und einfach und so leicht erkennbar wie in den bisher besprochenen Beispielen ist der Verlauf der Bastardspaltung nach einer Rassenkreuzung durchaus nicht immer. Man findet sehr oft auch Kreuzungsergebnisse, die zunächst gar nicht mit den Spaltungsgesetzen zu stimmen scheinen. Praktisch wichtig ist vor allem zu wissen, daß sehr oft irgend eine Eigenschaft, z. B. Winterfestigkeit beim Weizen, von einer ganzen Anzahl **gleichsinnig wirkender** Faktoren beeinflußt wird. Die besonders starke Winterfestigkeit einer Weizensorte kann darauf beruhen, daß diese Rasse einen besonders zuckerreichen Zellsaft hat. Bei einer anderen Weizenrasse, die ebenso gut winterfest ist, wie die erstgenannte, kann die Winterfestigkeit darauf beruhen, daß hier in den jungen Pflanzen die Zellwände der Hautschicht besonders dick und mit starker Kutikula versehen sind, so daß diese Rasse trockenen Frost[1]) gut übersteht. Kurzum, wir haben zwar Rassen, die beide sich in langjährigem Anbau als gleich winterfest erwiesen haben — aber jede aus einer andern Ursache. Wenn wir nun diese beiden Rassen kreuzen, so bekommen wir — wenn starker Zuckergehalt über schwachen und wenn dicke Zellwände der Epidermis über dünne teilweise dominieren, so daß die Bastarde ungefähr intermediär sind — Bastardpflanzen, die ungefähr ebenso winterfest sind wie die Stammrassen. Weiterhin vererben sich nun aber die beiden Ursachen der Winterfestigkeit unabhängig voneinander, und es müssen deshalb unter andern in der F_2-Generation Pflanzen auftreten, welche homozygotisch stark zuckerhaltig sind und ebenso auch homozygotisch eine starke Epidermis haben. Diese Pflanzen sind also doppelt gut gegen Auswintern geschützt und müssen deshalb noch wesentlich mehr winterfest sein als die Ausgangsrassen es waren.

Man kann also gelegentlich durch Kreuzung zweier Sorten, die irgend eine Eigenschaft im gleichen Grade ausgebildet zeigen — aber jede aus einer andern Ursache — sich neue Sorten machen, welche diese Eigenschaft in sehr verstärktem Maße besitzen.

---

[1]) Erfrieren der Pflanzen ist sehr oft, genau besehen, ein Vertrocknen.

Dieser Fall, daß ein und dieselbe Eigenschaft von verschiedenen Erbfaktoren beeinflußt wird, kommt sehr oft vor. Gerade die praktisch wichtigsten Eigenschaften unserer Kulturpflanzen, Winterfestigkeit, Lagerfestigkeit, Resistenz gegen Krankheiten, Frühreife usw. werden alle von sehr vielen solchen mehr oder weniger deutlich gleichsinnig wirkenden Faktoren beeinflußt.



Fig. 8. Kreuzung zweier verschiedener Steifrispenhafer (a und b). Der Bastard (c) ist ebenfalls ein Steifrispenhafer, aber in F_2 mendeln Schlaffrispenhafer (d). Steifrispenhafer (e) und Fahnenhafer (f) in bestimmten Zahlenverhältnissen heraus.

Diese Erscheinung ist für die Praxis so wichtig, daß wir ein Beispiel auch einmal an der Hand unserer Formelschreibweise betrachten wollen:

Beim Hafer wird die Form der Ähre beeinflußt u. a. durch zwei Erbfaktoren, die wir **X** und **Y** heißen wollen. Jeder dieser Faktoren bewirkt für sich allein schon, daß die Ästchen der

Rispe gespreizt stehen. Ein *Hafer*, welcher keinen dieser Faktoren enthält, also die Erbformel **xxyy** hat, zeigt steil aufstrebende Ästchen, ist ein *Fahnenhafer* (Fig. 8. f.). Ein Hafer, welcher einen der beiden Erbfaktoren enthält, etwa den Faktor **X**, also die Formel **XXyy** hat, zeigt etwas abstehende Äste, ist ein *Steifrispenhafer* (Fig. 8. a). Genau ebenso ist das Aussehen eines Hafers von der Formel **xxYY**, welcher den *andern* Faktor enthält. Ein Hafer endlich, welcher *beide* Faktoren für abstehende Rispenäste hat, **XXYY**, ist ein Schlaffrispenhafer (Fig. 8. d).

Betrachten wir nun an der Hand dieser Formeln zwei Haferkreuzungen, zunächst die in Fig. 8 dargestellte Kreuzung eines Steifrispenhafers **XXyy** mit einem andern Steifrispenhafer **xxYY**. **X** dominiert *teilweise* über **x**, **Y** teilweise über **y**. Der Bastard **XxYy** ist infolgedessen ebenfalls ein Steifrispenhafer, sieht ganz so aus wie die beiden P_1-Rassen auch. Dieser Bastard bildet die folgenden 4 Sorten von Geschlechtszellen:

je 25 % der Eizelle sind
„ 25 % „ Pollenkörner sind } **XY, Xy, xY, xy**

und zwischen diesen viererlei Eizellen und viererlei Pollenkörnern sind die folgenden 16 Kombinationen möglich:

XY × XY	= XXYY	Schlaffrispenhafer
XY × Xy	= XXYy	
XY × xY	= XxYY	
XY × xy	= XxYy	
Xy × XY	= XXYy	
Xy × Xy	= XXyy	
Xy × xY	= XxYy	
Xy × xy	= Xxyy	mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Steifrispenhafer
xY × XY	= XxYY	
xY × Xy	= XxYy	
xY × xY	= xxYY	
xY × xy	= xxYy	
xy × XY	= XxYy	
xy × Xy	= Xxyy	
xy × xY	= xxYy	
xy × xy	= xxyy	Fahnenhafer

Unter je 16 F_2-Pflanzen tritt also bei dieser Kreuzung je ein typischer Schlaffrispen- und je ein Fahnenhafer auf.

Ganz genau dieselbe Beschaffenheit der F_1- sowohl wie der F_2-Generation finden wir, wenn wir einen Schlaffrispenhafer **XXYY** kreuzen mit einem Fahnenhafer **xxyy**. F_1 hat hier auch wieder die Formel **XxYy** und spaltet dementsprechend.

In ähnlicher Weise wird auch beim Weizen die Ährenform durch mehrere gleichsinnig wirkende Faktoren beeinflußt. Z. B. machen zwei Faktoren L_1 und L_2 die Ähren lang und locker, eine Weizensorte von der Formel $L_1L_1l_2l_2$ ist mittellangährig wie viele Landweizen, und ebenso sieht eine Weizensorte von der Formel $l_1l_1L_2L_2$ aus. Die Bastarde dieser beiden Sorten — $L_1l_1L_2l_2$ — sind ebenfalls mittellangährig, aber in F_2 treten nun auch $L_1L_1L_2L_2$-Pflanzen, d. h. extrem lang- nnd lockerährige und $l_1l_1l_2l_2$-Pflanzen, d. h. kurz- und gedrungenährige Dickkopfweizen auf. Die den praktischen Züchtern längst bekannte Tatsache, daß aus der Kreuzung zweier Landweizen gelegentlich in F_2 typische Dickkopfweizen entstehen, findet so ihre Erklärung.

Eine andere Ursache von Spaltungserscheinungen, die zunächst nicht mit den einfachen Gesetzen in Einklang zu stehen scheinen, ist das, was man als **Faktorenkoppelung** bezeichnet.

Was man darunter versteht, zeigt uns am besten wohl auch wieder ein einfaches Beispiel: Unter den spanischen Wicken (*Lathyrus odoratus*) gibt es Rassen mit roter und andere mit blauroter Blütenfarbe. Die blaurote Farbe wird bedingt durch einen Erbfaktor **B**. Blaurote Rassen sind **BB** oder **Bb**, rein rote **bb**. Ein weiterer Rassenunterschied, den wir hier in Betracht ziehen wollen, ist die Form der Pollenkörner. Einzelne Rassen haben längliche, andere runde Pollenkörner. Dieser Unterschied wird bewirkt durch einen Faktor **L**. **LL**- und **Ll**-Pflanzen haben längliche, **ll**-Pflanzen haben runde Pollenkörner.

Kreuzen wir nun einmal eine Rasse mit blauroter Farbe und länglichen Pollenkörnern (**BBLL**) mit einer andern roten mit runden Pollenkörnern (**bbll**), so bekommen wir einen Bastard **BbLl**, der blaurot und langpollig ist. Man sollte nun erwarten, daß in der F_2-Generation die viererlei Pflanzen: blaurot langpollig, blaurot

rundpollig, rot langpollig, und rot rundpollig in der Häufigkeit **9 : 3 : 3 : 1** auftreten. Das ist aber nicht der Fall, sondern in einem bestimmten Versuche traten auf:

blaurot langpollig	**495**	(*380,7*)
„ rundpollig	**22**	(*127,6*)
rot langpollig	**23**	(*127,6*)
„ rundpollig	**137**	(*42*)

Bei einem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 hätten dagegen die in () beigefügten Individuenzahlen gefunden werden müssen. Ganz unregelmäßig sind aber auch die gefundenen Zahlen nicht. Denn sowohl das Verhältnis aller blauroten zu allen roten Pflanzen ist: 495 + 22 = **517** : 23 + 137 = **160**, d. h. ziemlich genau das Verhältnis **3 : 1**. Ebenso ist das Verhältnis aller langpolliger Pflanzen zu allen rundpolligen 495 + 23 = **518** : 137 + 22 = **159** ebenfalls das gleiche.

Diese eigentümliche Aufspaltung rührt daher, daß unser Bastard **BbLl** seine viererlei Geschlechtszellen **BL**, **Bl**, **bL**, **bl** nicht zu je $^1/_4$, also alle in gleicher Zahl, sondern im Verhältnis 15 : 1 : 1 : 15 bildet. Es werden Geschlechtszellen, in denen die beiden Erbfaktoren so beisammen sind, wie sie in die Kreuzung hinein gekommen sind (hier **BL** und **bl**) in viel größerer Häufigkeit gebildet, als Geschlechtszellen mit den beiden andern neuen Kombinationen von Erbfaktoren (hier **bL** und **Bl**).

Wenn man den gleichen Bastard **BbLl** herstellt durch die Kreuzung einer blauroten rundpolligen Pflanze **BBll** mit einer roten langpolligen **bbLL**, also durch die Vereinigung einer Geschlechtszelle **Bl** mit einer Geschlechtszelle **bL**, dann bildet der Bastard seine Geschlechtszellen in der Häufigkeit: 1 **BL** : 15 **Bl** : 15 **bL** : 1 **bl**, und in der F_2-Generation treten die vier Typen von Pflanzen dann auf in der Häufigkeit:

blaurot langpollig	**513**	statt	wie	bei	normaler	Spaltung	*9*
„ rundpollig	**255**	„	„	„	„	„	*3*
rot langpollig	**255**	„	„	„	„	„	*3*
„ rundpollig	**1**	„	„	„	„	„	*1*

Derartige Faktorenkoppelungen kommen sehr häufig vor. Das Verhältnis der Geschlechtszellen *n* : *1* : *1* : *n* bezw. *1* : *n* : *n* : *1* an-

statt des normalen *1 : 1 : 1 : 1* finden wir weit verbreitet. n kann dabei sehr verschiedene Werte haben.

Die Bedeutung dieser Koppelungen für die züchterische Praxis liegt darin, daß durch sie die Erzielung bestimmter Kombinationstypen oft sehr erschwert wird. Wenn man, um bei unserem *Lathyrus*-Beispiel zu bleiben, aus der Kreuzung blaurot rundpollig × rot langpollig den ganz rezessiven Typ rot rundpollig herauszüchten wollte, so könnte man wegen der Koppelung erst unter 1024 F_2-Pflanzen auf eine der gewünschten Art rechnen, während ohne Koppelung schon unter 16 F_2-Pflanzen eine zu erwarten gewesen wäre.

Man ist also durch solche Koppelungen unter Umständen gezwungen, mit sehr großen Individuenzahlen in F_2 zu arbeiten.

Die Isolierung und Reinzüchtung von Neuheiten aus F_2-Generationen ist durchaus nicht eine so einfache Sache wie es zunächst den Anschein hat. Wenn man in einer F_2-Generation die gewünschte Kombination von bestimmten guten Eigenschaften in einer Anzahl von Pflanzen verkörpert vorfindet, oder wenn man mehr oder weniger unerwartet andere brauchbare neue Typen darin findet, so hat man damit die neuen Sorten durchaus noch nicht ohne weiteres auch konstant!

Betrachten wir zu diesem Zwecke noch einmal die in Fig. 7 dargestellte Löwenmaulkreuzung und nehmen wir an, wir wollten aus der F_1-Generation sowohl eine elfenbein-radiäre wie eine rote zygomorphe Sorte herauszüchten. Wenn wir zu diesem Zwecke zunächst eine oder einige elfenbein-radiäre Pflanzen herausgreifen und jede mit sich selbst befruchten, „selbsten“, wie man gewöhnlich sagt, dann werden wir finden, daß alle diese Pflanzen sofort eine konstante Nachzucht geben. Hier ist also das Ziel leicht erreicht. Aber die roten zygomorphen Pflanzen verhalten sich anders. Ein Blick auf die äußerste rechte Spalte der Tabelle auf S. 18 zeigt, daß von je **9** roten zygomorphen F_2-Pflanzen nur **eine einzige** völlig homozygotisch ist, nur diese eine gibt geselbstet also auch eine konstante Nachzucht. Von den übrigen acht spalten vier auf so wie der F_1-Bastard, zwei spalten in rote

zygomorphe und rote radiäre Pflanzen, zwei in rote zygomorphe und elfenbein-zygomorphe.

Wollten wir aus dieser F_2-Generation eine elfenbeinfarbige zygomorphe oder eine rote radiäre Rasse herauszüchten, so würden wir finden, daß von je **3** elfenbeinfarbigen zygomorphen Pflanzen nur **eine** konstante Nachzucht gibt, die andern beiden dagegen aufspalten in elfenbeinfarbige zygomorphe und elfenbeinfarbige radiäre Pflanzen. Ebenso wird von **3** roten radiären Pflanzen nur **eine** als konstant sich erweisen, zwei werden aufspalten in rot-radiär und elfenbein-radiär.

Die allgemeine Regel ist danach ohne weiteres klar: Typen, die nur auf der Kombination von rezessiven Faktoren beruhen (radiär elfenbein in unserm Beispiel) sind alle homozygotisch und demnach konstant. Typen dagegen, die dominante Faktoren enthalten, sind in der Mehrzahl der Individuen in F_2 noch heterozygotisch, d. h. noch nicht konstant. Man muß von diesen letzteren also stets eine größere Anzahl isolieren und selbsten, um mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch homozygotische Individuen zu finden.

Man kann ferner sagen, und das ist die für den Züchter wichtigste Formulierung dieser Regel: In je größerer Häufigkeit ein Typ in der F_2-Generation auftritt, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine beliebige herausgegriffene isolierte und selbstbefruchtete Pflanze dieses Typs sich **nicht** als konstant erweist.

In der in Taf. I—IV dargestellten Kreuzung, wo 32 erblich verschiedene (allerdings nur 20 auch äußerlich als verschieden erkennbare) Typen aus F_2 isoliert werden können, erweist sich z. B. von **243** zygomorph, rot, picturatum, rotröhrig, auf elfenbein Grund gefärbten F_2-Pflanzen nur eine einzige als konstant, aber von den Typen, die nur einen dominanten Faktor weniger aufweisen, z. B. von radiär, rot, picturatum, rotröhrig, auf elfenbein Grund, ist eine konstante schon unter **81** usw.

Will man also mit einiger Sicherheit aus einer solchen F_2-Generation eine zygomorph, rot, picturatum, rotröhrig, auf elfenbein Grund gefärbte Rasse herauszüchten, so muß man wenigstens $3 \times 243 = 729$ solcher F_2-Pflanzen isolieren!

Es ist also für den Züchter sehr unerfreulich, wenn ein gesuchter oder sonst vorteilhaft erscheinender Typ in der F_2-Generation in großer Häufigkeit auftritt, je seltener er ist, desto leichter ist er im allgemeinen zur Konstanz zu bringen.

Wie man in der Praxis das alles durchführt, soll aber erst später besprochen werden, hier kommt es zunächst nur darauf an, die theoretischen Grundlagen zu liefern.

Nicht alle Unterschiede zwischen Pflanzenrassen und erst recht nicht alle Unterschiede zwischen Pflanzenarten vererben sich nach den Mendelschen Gesetzen. Die Rassenunterschiede mendeln allerdings in ihrer übergroßen Mehrzahl. Zu den wenigen, nicht nach den Spaltungsgesetzen vererbten Rassenunterschieden gehören z. B. viele Fälle von Buntblättrigkeit. Hier geht öfters die Vererbung immer nur nach der Mutterpflanze oder in andern Fällen erfolgt in den F_1-Pflanzen schon eine vegetative Ausspaltung usw.

Viel häufiger als bei Rassenkreuzungen stößt man auf Vererbungsvorgänge, die nicht den Mendelschen Gesetzen folgen, wenn man stark verschiedene Arten kreuzt. Aber auch wenn man Artkreuzungen ausführt, findet man sehr oft, daß in F_2 eine Aufspaltung erfolgt, ganz wie bei Rassenkreuzungen, aber eine ungeheuer verwickelte Spaltung in eine unübersehbar große Zahl von Typen. Für Neuzüchtungen, vor allem von Blumen, sind solche aufmendelnde Artbastarde eine fast unerschöpfliche Fundgrube. Bei vielen andern Artkreuzungen ist aber die Spaltung nicht so deutlich, in F_2 treten nur wenige verschiedene Typen auf. Noch häufiger ist es der Fall, daß die F_1-Bastarde überhaupt keine Samen ansetzen und trotz vegetativer großer Üppigkeit ganz oder doch in einem Geschlecht steril sind. Für die Züchtung haben derartige sterile Bastarde nur einen Wert, wenn es sich um für gewöhnlich vegetativ vermehrte Pflanzen handelt, dann aber unter Umständen einen sehr großen.

Das Wesentlichste für die Praxis aus der ganzen Lehre von den Artbastarden ist, daß auch hier fast immer erst die **F_2-Generation** ein Urteil über den Wert der Kreuzung gestattet und daß man auch Artbastarde niemals als wertlos wegwerfen soll, wenn die F_1-Generation nicht gefällt.

Im allgemeinen wird heute noch von Artkreuzungen viel zu wenig Gebrauch gemacht, das gilt vor allem für die Obst- und Blumenzüchtung.

Wie weit man mit Artkreuzung gehen kann, d. h. was alles noch miteinander gekreuzt werden kann, darüber läßt sich keine allgemeine Regel aufstellen.

Meist geben Arten, die so nahe verwandt sind, daß sie von den Botanikern zu einer Gattungssektion gerechnet werden, noch fertile Bastarde. Sehr viel seltener gelingt es, Angehörige zweier verschiedener Gattungssektionen zu kreuzen, und Gattungsbastarde vollends sind immer große Ausnahmen, die, wenn sie erzeugt werden können, wohl immer steril sind. Z. B. lassen sich in der Gattung *Antirrhinum* alle Arten der Sektion *Antirrhinastrum*, also *A. majus, latifolium, tortuosum, sempervirens, molle, glutinosum, hispanicum* usw. leicht untereinander kreuzen und geben fruchtbare Bastarde. Aber keine dieser Arten läßt sich etwa mit dem bei uns einheimischen *A. Orontium*, das nicht in diese Sektion gehört, bastardieren. Ebenso gelingt niemals die Kreuzung einer *Antirrhinum*-Art mit einer *Linaria*-Art.

Oder ein anderes Beispiel: die Art *Brassica oleracea*, zu der alle unsere vielen Kohlsorten gehören, läßt sich mit keiner der andern kultivierten *Brassica*-Arten *(Br. Napus* (Kohlrübe, Raps), *Br. rapa* (Stoppelrüben) usw.), wohl aber sonderbarer Weise mit dem zu einer ganz anderen Gattung gehörenden Rettich[1] *(Raphanus sativus)* kreuzen. Hier geht also die systematische Verwandtschaft der Kreuzbarkeit nicht so schön parallel wie in der Gattung *Antirrhinum.*

Als drittes Beispiel sei die Gattung *Ribes* genannt. Hier läßt sich *Ribes Grossularia*, die Stachelbeere, mit einer ganzen Anzahl anderer besonders nordamerikanischer Arten der gleichen Gattungssektion *R. divaricatum*, *R. succirubrum*, *R. oxyacanthoides* usw. sehr leicht kreuzen und gibt fruchtbare, weiterhin aufspaltende Bastarde[2]. Ebenso lassen sich eine ganze Anzahl Arten einer

[1]) Rettich bestäubt mit Kohlrabi-Pollen z. B.; die Bastarde sind vegetativ sehr kräftig aber völlig steril.

[2]) Die für die Beerobstzüchtung von der allergrößten Wichtigkeit sind!

anderen Sektion der gleichen Gattung *Ribes*, die Johannisbeeren, untereinander kreuzen, die Kreuzung von Johannisbeeren — *R. rubrum* und ihren Verwandten — mit den oben aufgezählten Stachelbeeren gelingt dagegen nicht.

Sehr leicht lassen sich viele *Pirus*-Arten (Äpfel) untereinander kreuzen und hier gelingen auch Gattungskreuzungen, z. B. *Sorbus Aria* mit *Pirus communis*.

Auch für manche landwirtschaftliche Kulturpflanzen verdienen Artkreuzungen eine größere Würdigung, als sie ihnen heute zu teil wird. *Triticum sativum* (Weizen) mit *Triticum Spelta* (Spelz) und *Triticum sativum* mit *T. dicoccum* (Emmer) geben z. B. fruchtbare aufmendelnde Bastarde, die für eine weitschauende Kombinationszüchtung ein wertvolles Material abgeben.

Von größter Wichtigkeit sind ferner z. B. Artkreuzungen für eine weitere Verbesserung unserer Weinreben. Reblaus- und Mehltau-immune Sorten mit Beeren wie die besten europäischen Reben lassen sich mit großer Wahrscheinlichkeit aus Kreuzungen von *Vitis vinifera*, dem europäischen Weinstock, mit amerikanischen Arten, *Vitis labrusca* u. a. herstellen. Die Bastarde dieser Arten sind fertil und mendeln nach allem, was man weiß, im wesentlichen auf.

Alle bisher besprochenen Bastarde entstehen auf geschlechtlichem Wege durch Befruchtung zweier verschiedener Rassen oder Arten miteinander. Die Frage, ob es daneben auch noch Bastarde gäbe, die auf vegetativem Wege durch Pfropfung entstehen, hat besonders in der gärtnerischen Literatur eine große Rolle gespielt. Auch heute taucht immer noch gelegentlich in der züchterischen Literatur der Gedanke auf, ob man nicht z. B. dadurch, daß man Augen einer Kartoffelsorte auf Knollen einer andern Sorte pfropft, eine neue Sorte bekommen könne, welche vielleicht wie ein Bastard Eigenschaften beider Sorten vereinigt. Oder man hört oft die Ansicht, daß, wenn man eine Obstsorte, etwa eine Birne, auf eine ganz andere Unterlage, etwa auf Quitte aufpfropft, daß dann das Pfropfreis manche Eigenschaften der Unterlage annähme.

Wie immer, so liegen auch hier diesen irrigen Darstellungen einige richtige, aber falsch gedeutete Beobachtungen zugrunde, nämlich die folgenden drei:

1. Wenn ein Reis einer Pflanzenart etwa vom Apfel *(Pirus Malus)* auf eine artfremde Unterlage, etwa auf einen Vogelbeerbaum *(Sorbus aucuparia)*, aufgepfropft wird, so wächst auf dieser Unterlage das Reis anders als auf eigenen Wurzeln oder als auf einer Unterlage der gleichen Art. Unter den andersartigen Ernährungsverhältnissen wird es oft stark modifiziert (vgl. S. 1), aber es handelt sich hier immer nur um ganz einfache Ernährungsmodifikationen. Erbliche neue Eigenschaften, oder Eigenschaften der Unterlage treten in diesen Pfropflingen nicht auf. Weder bei derartigen Obstpfropfungen noch bei Kartoffelpfropfungen.

2. Die zweite an sich richtige Beobachtung ist die, daß es bei sehr vielen Pflanzen eine eigentümliche Art der Buntblättrigkeit, der „Panaschierung" gibt, die eigentlich eine Infektionskrankheit ist. Diese Krankheit ist auf dem Wege der Pfropfung von der Unterlage auf das Reis und umgekehrt übertragbar. Es gibt z. B. vom Liguster *(Ligustrum vulgare)* eine vegetativ, durch Stecklinge leicht vermehrbare Sorte mit grün-gelb-marmorierten Blättern. Wenn man einen kleinen Zweig davon auf einen großen grünblättrigen Ligusterbusch aufpfropft, so wird dieser ganze Busch im Laufe eines Jahres auch auf allen seinen andern Ästen und Zweigen buntblättrig. Worauf diese eigentümliche Infektionskrankheit, die man als „infektiöse Chlorose[1])" bezeichnet, beruht, weiß man nicht. Von einer Bastardbildung auf dem Wege der Pfropfung ist aber hier jedenfalls keine Rede.

3. Die dritte Beobachtung ist, daß aus der Verwachsungsstelle zweier Pfropflinge gelegentlich Sprosse entstehen, welche sonderbare Mischbildungen zwischen den beiden zusammengepfropften Arten darstellen. Das gelingt z. B. sehr leicht, wenn man auf eine junge Schwarzpappel *Populus nigra* eine andere Pappelart mit länglichen unterseits schneeweißen Blättern *Populus trichocarpa* im August okuliert, das Auge im nächsten Jahre austreiben läßt und dann

[1]) Solch „infektiöse Chlorosen" liegen auch vor bei dem in Warmhäusern viel gezogenen *Abutilon Thomsoni*, bei *Laburnum vulgare chrysophyllum*, bei *Ptelea trifoliata fol. varieg.* usw.

im Juli quer durch die Verwachsungsstelle hindurchschneidet und aus dem Wundcallus der Schnittfläche Adventivsprosse entstehen läßt. Man bekommt dann gelegentlich Sprosse, welche gerade auf der Grenze der beiden Callusarten entstanden sind und auf der einen Seite *Populus nigra*, auf der andern Seite *Populus trichocarpa* sind. Blätter, die auf diesen sonderbaren Trieben gerade auf der Grenze sitzen, sind halb *nigra*, halb *trichocarpa* usw. Man heißt diese Gebilde Sektorialchimären. Ihre Entstehungsweise ist ohne weiteres klar. Im Wundcallus eines Schnittes durch die Pfropfstelle liegen *nigra*- und *trichocarpa*-Zellen nebeneinander. Differenziert sich nun zufällig der Vegetationspunkt eines Adventivsprosses gerade auf einer solchen Stelle, wo die beiden Gewebe aneinander grenzen, so wird dieser Vegetationspunkt auf seiner einen Seite aus *nigra*, auf der andern aus *trichocarpa*-Zellen zusammengesetzt sein und dementsprechend in seinem weiteren Wachstum auf der einen Seite *nigra*-Zellen, *nigra* Blätter usw. und auf der andern Seite *trichocarpa*-Zellen und Blätter erzeugen.

Es kann sich nun auch treffen, daß an der Stelle, wo ein solcher Vegetationspunkt im Wundcallus sich differenziert, die beiderlei Gewebsarten (*nigra* und *trichocarpa*) gerade schichtenweise übereinander liegen, etwa eine Zellschicht *nigra* über *trichocarpa*. Ist das der Fall, dann entsteht ein Vegetationspunkt, dessen äußerste Zellschicht (aus der die Haut der Pflanzen gebildet wird) aus *nigra*-Zellen besteht, während alle übrigen Zellen im Innern des Vegetationspunktes aus *trichocarpa*-Zellen bestehen. Es ergibt sich durch das Weiterwachsen eines solchen Vegetationspunktes also ein Zweig, dessen Haut aus *nigra*-Zellen und dessen Inneres aus *trichocarpa* Zellen besteht, d. h. mit andern Worten eine *Populus trichocarpa*, die in der Haut einer *Populus nigra* steckt. Solche Pflanzen sehen ähnlich aus wie Bastarde beider Arten, sind aber in Wirklichkeit nach dem eben Gehörten etwas ganz anderes, man heißt sie Pfropfbastarde oder Periklinalchimären. So ist z. B. der vielgenannte *Cytisus Adami* ein Goldregen *(Laburnum vulgare)*, der in der Haut eines *Cytisus purpureus* steckt.

Für die züchterische Praxis haben diese Chimären, so interessant sie sind, keine Bedeutung, vor allem weil sie vegetativ sehr

inkonstant sind und immer wieder in ihre beiden Bestandteile auseinanderspalten. So entstehen z. B. auf dem *Cytisus Adami* immer wieder einzelne Zweige, die rein *Laburnum vulgare* oder rein *Cytisus purpureus* sind.

Eine ähnliche große Rolle wie die Frage der Pfropfbastarde hat auch die Frage der Xenien eine Zeitlang in der gärtnerischen Literatur gespielt.

Das bekannteste Beispiel einer Xenienbildung liefert uns der Mais. Wenn man an einer Zuckermaispflanze (runzelige, glasige Samen) eine weibliche Ähre ausschließlich mit Blütenstaub von einer Stärkemaispflanze (glatte, pralle, mehlige Samen) bestäubt, dann bekommt dieser ganze Kolben, Taf. V, selbst schon glatte, pralle, mehlige Samen, obwohl er auf einer Zuckermaispflanze sitzt und obwohl alle andern, mit Zuckermaispollen bestäubten Kolben dieser Pflanze runzelige glasige Körner haben. Es wirkt also der fremde Pollen in diesem Falle schon auf die — auf den $\mathbf{P}_1$-Pflanzen sitzenden! — Bastardsamen ein.

Eine genaue Untersuchung hat nun aber hier sowohl wie in allen andern Fällen von Xenien ergeben, daß immer nur Eigenschaften des Nährgewebes (Endosperm) den Einfluß des jeweils zur Bestäubung verwendeten Blütenstaubes erkennen lassen. Darüber hinaus, etwa auf die Samenhaut, oder gar auf das Fruchtfleisch und andere mütterliche Teile wirkt der Blütenstaub nicht ein. Das erklärt sich sehr einfach daraus, daß, wie S. 46 näher beschrieben wird, das Endosperm selber einem Befruchtungsakt seine Entstehung verdankt. Das Endosperm entsteht aus der Vereinigung des „sekundären Embryosackkerns“ mit dem zweiten im Pollenschlauch enthaltenen generativen Kern, also einem typischen männlichen Geschlechtskern. Man kann gewissermaßen das Nährgewebe als eine Art zweiten Embryo auffassen, der später vom richtigen Embryo aufgezehrt wird.

Daß also das Endosperm Bastardeigenschaften zeigt, daß dominante väterliche Eigenschaften in ihm sichtbar werden, ist

weiter nicht auffällig. Endosperm-Xenien sind also eine häufig vorkommende, völlig verständliche Erscheinung.

Dagegen beruhen alle die vielen, besonders in der gärtnerischen Literatur verbreiteten Angaben darüber, daß sich der väterliche Einfluß auch sogar z. B. im Fruchtfleisch äußere, auf einem Irrtum. Also wenn man eine Pfirsichblüte bestäubt mit Mandelblütenstaub, dann ist die so entstehende Frucht noch ein richtiger Pfirsich, der keinerlei Mandeleigenschaften erkennen läßt. Erst der Baum, der aus dem Kern dieses Pfirsichs erwächst, erweist sich als ein Bastard und trägt entsprechende Bastardfrüchte.

3. Die Mutationen

Bei jeder Pflanzenart, die man im großen Maßstabe kultiviert, treten ab und zu einzelne Individuen auf, die in irgend einer Richtung von der Stammart erblich verschieden sind. Unter vielen Sämlingen der Eiche finden wir z. B. einmal einen, welcher typischen „*fastigiata*“-Wuchs hat, oder einen mit sehr tief geschlitzten oder einem mit weiß gesprenkelten Blättern. Oder in einer Aussaat von Tomaten tritt ein oder treten mehrere gelbfrüchtige Sämlinge auf, oder in einer Aussaat einer sonst völlig konstanten einheitlichen reinen Linie von Hafer treten einzelne Pflanzen auf, welche gewisse Wildhafer-Eigenschaften aufweisen, usw.

Solche Mutationen können auch vegetativ entstehen, es können also von den Knollen einer Kartoffelpflanze eine oder einige erblich abweichen und den Ausgangspunkt für eine neue Kartoffelsorte liefern. Oder es kann auf einem Apfelbaum ein Ast Äpfel von abweichender Form und anderem Geschmack tragen, und man kann durch vegetative Vermehrung — Okulieren, Pfropfen — dieses Astes ebenfalls eine neue Apfelsorte erhalten.

Oft treten solche Mutanten nicht als Homozygoten, sondern als Heterozygoten in die Erscheinung, spalten also bei geschlechtlicher Fortpflanzung zunächst regelrecht auf. Meist — aber nicht immer — erweist sich bei einer Kreuzung der Mutante mit der Stammart die Mutante als rezessiv. Fast stets besteht zwischen Mutante und Stammart nur **ein** mendelnder Unterschied.

Diese Mutationen — in Gärtnerkreisen gebraucht man vielfach den Ausdruck Sport[1]) — sind für die Pflanzenzüchtung von sehr großer Wichtigkeit. Sowohl bei den landwirtschaftlichen wie bei den gärtnerischen Kulturpflanzen geht ein sehr großer Teil der züchterischen Fortschritte auf solche zufällig gefundene Mutationen zurück. Aus je einem solchen Mutationsvorgang rühren her z. B. die „aurea"-*Antirrhinum*-, die elfenbeinröhrigen (dd) Sorten, alle mit dem eosinfarbigen Rot („rubin" usw.) sowie alle nanum-Formen und viele andere. Ferner ist bei den Getreidearten die praktisch wichtigste sie von den Wildformen unterscheidende Eigenschaft, die Zähspindeligkeit[2]) der Ähre, sicher auf Mutationen zurückzuführen.

Wichtig ist für den Züchter zu wissen, daß die übergroße Mehrzahl der durch Mutation auftretenden Eigenschaften nach den Spaltungsgesetzen vererbt wird, daß man also die in einer Sorte neu aufgetretene Eigenschaft (etwa eine neue Farbe) durch eine einfache Kreuzung mit irgend einer gewünschten Eigenschaft (etwa große Blüten, oder bestimmte Blattzeichnung usw.) einer andern Sorte vereinigen kann. Jede Mutation bedeutet also die Möglichkeit der Verdoppelung des bisher vorhandenen Sortiments.

Über die Ursachen des Mutierens weiß man noch fast nichts, man ist also auch noch nicht imstande, willkürlich Mutationen entstehen zu lassen. Der Züchter muß die Mutationen nehmen, wie er sie gerade zufällig findet, er muß also die Augen offen halten!

[1]) Was die Gärtner „Sports" heißen, sind entweder Mutanten oder — sehr häufig auch — Ergebnisse von unbeabsichtigten Kreuzungen. Wir wollen deshalb diesen verschwommenen Ausdruck nicht gebrauchen.

[2]) Bei den Wildformen zerfällt bei der Samenreife die Ähre in einzelne Stückchen, was eine Ernte fast unmöglich macht.

II. Abschnitt:

Fortpflanzungsbiologie

Ebenso wie jeder Züchter das Wichtigste aus der Vererbungslehre wissen muß, ebenso muß er auch mit der Fortpflanzungsbiologie vertraut sein. Je nach der Fortpflanzungsweise einer Pflanze ist das Züchtungsverfahren verschieden. Der Züchter muß also wissen, ob bei der Pflanze, mit der er gerade arbeitet, die Bestäubung durch den Wind oder durch Insekten erfolgt, ob sie vorwiegend Fremdbefruchtung oder vorwiegend Selbstbefruchtung aufweist, ob sie vielleicht heterostyl ist oder selbststeril, ob sie starke Inzucht erträgt usw. Der Züchter muß ferner wissen, worauf die Wirkung der Inzucht beruht, wie man sie ausschalten kann u. a. m. Auch diese Fragen seien deshalb hier alle kurz besprochen.

Bei den höheren Pflanzen — und unsere Kulturpflanzen gehören, abgesehen von den züchterisch noch wenig bearbeiteten Hefen und sonstigen Gärungspilzen, zu den höheren Pflanzen — haben wir im wesentlichen zwei Fortpflanzungsarten scharf zu unterscheiden, die auch hinsichtlich der Vererbungsvorgänge grundsätzlich verschieden sind, nämlich ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Ausläufer, Knollen, Stecklinge, Pfropfreiser u. dgl. und geschlechtliche Fortpflanzung.

1. Ungeschlechtliche Fortpflanzung

Bei der ungeschlechtlichen Vermehrung sind die Nachkommen einer Ausgangspflanze, abgesehen von dem Auftreten von Mutationen, einander im allgemeinen erblich völlig gleich. Auch die buntesten Heterozygoten geben bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung keinerlei Aufspaltung! So sind z. B. unsere wichtigsten

Kartoffelsorten, wie Wohltmann, Industrie, Kaiserkrone usw. sämtlich sehr stark heterozygotisch. Wenn man von irgend einer Sorte Samen aus Selbstbefruchtung heranzieht, aussäet und daraus Sämlingspflanzen gewinnt, dann bekommt man immer eine Aufspaltung von unübersehbarer Buntheit, auch unter hunderten von solchen Sämlingsnachkommen einer Pflanze findet man keine zwei, die völlig gleich wären. Bei vegetativer Vermehrung durch Knollen sind aber alle diese Sorten ganz konstant[1]). Was man bei den ungeschlechtlich vermehrten Kulturpflanzen wie den Kartoffeln, aber ebenso z. B. auch bei den Obstsorten, eine Sorte nennt, ist genau besehen, ja immer nur eine einzige, freilich stark vegetativ vermehrte Sämlingspflanze. Auch unsere Obstsorten sind durchweg sehr stark heterozygotisch, jede Apfelsorte gibt z. B. bei Fortpflanzung durch Samen eine bunte Aufspaltung. Die bei den Gärtnern weit verbreitete Ansicht, daß diese Obstsorten „degenerieren“ oder „ausarten“, wenn man sie aus Samen zu ziehen versucht, geht nur auf diese Aufspaltung zurück. Von einer „Degeneration“ ist keine Rede. Von den Sämlingen irgend einer beliebigen von unsern heutigen Apfelsorten geben immer eine ganze Anzahl sehr gute, der Ausgangssorte mindestens gleichwertige Apfelbäume, aber jeder Sämlingsbaum ist, eben wegen der Aufspaltung — wieder anders, und sehr viele von diesen Spaltungsprodukten sind wenig wertvolle Äpfel, oft ganz wildapfelartige Bäume. Aber eine Degeneration liegt nicht vor, nur eine Bastardspaltung.

Bei vegetativer Vermehrung geben aber, wie gesagt, auch die buntesten Heterozygoten eine ganz konstante Nachkommenschaft.

Auch dieser Satz gilt aber nur mit einer gewissen, praktisch sehr wichtigen Einschränkung. Zunächst werden einmal bei vegetativer Vermehrung sehr viel mehr Krankheiten und zwar Infektionskrankheiten und wohl auch nicht infektiöse Stoffwechselkrankheiten sehr viel häufiger von der Mutter auf die Tochterpflanzen übertragen als bei geschlechtlicher Vermehrung durch Samen. Es wäre also völlig verkehrt, wenn man sich auf den

[1]) Immer abgesehen von einzelnen Mutationen.

Standpunkt stellen wollte, daß alle vegetativen Nachkommen eines Ausgangsindividuums einander gleich wären, daß also die Auswahl nur der besten gesundesten Stauden innerhalb eines Klones von Kartoffeln zum Zwecke der Vermehrung keinen Sinn habe. Das wäre wirklich „graue Theorie“. Wir finden vielmehr gerade in Wüchsigkeit und Gesundheit sehr große Unterschiede innerhalb der vegetativen Nachkommen einer ursprünglichen Ausgangspflanze, also auch innerhalb eines reinen Klons.

Noch aus einem andern Grunde sind die vegetativen Nachkommen einer Ausgangspflanze oft stark voneinander verschieden: Bei Bäumen und Sträuchern sind oft die einzelnen Zweige je nach dem Alter der Pflanze deutlich differenziert. Erst in einem gewissen Alter wird ein Sämlingsbaum „blühreif“, und die blühreifen Zweige verhalten sich oft bei vegetativer Vermehrung anders als noch nicht blühreife Zweige — Wasserreiser u. a. — des gleichen Baumes. Sehr schön ist dies am Efeu zu zeigen. Hier sind die an alten Stöcken auftretenden blühreifen Zweige allseitig beblättert, haben keine Haftwurzeln und haben ganz anders geformte Blätter als die zweizeiligen an den Wänden und Bäumen hochkletternden gewöhnlichen, nicht blühreifen Zweige. Wenn man einen solchen „blühreifen“ Efeuzweig abschneidet und als Steckling weiter zieht, so behält er in seinem ganzen Zuwachs die abweichende Wuchsform bei, und man bekommt so Bäumchen oder Büsche mit kräftigen Stämmen (*Hedera helix var. arborea* der Gärtner), die völlig anders aussehen als eine gewöhnliche Efeupflanze. Die einmal erfolgte Differenzierung zur „Blühreife“ bleibt also bei vegetativer Vermehrung bestehen, Sämlinge eines solchen Efeubäumchens sind aber wieder richtige kriechende Efeupflanzen. Eine entsprechende, aber nicht so augenfällige Differenzierung von blühreifen Zweigen finden wir auch sonst weit verbreitet, so geben auch zwei auf genau entsprechende Unterlagen okulierte Augen des gleichen Apfelbaumes, wobei aber das eine Auge von einem blühreifen Zweig der Krone und das andere von einem „Wasserreis“ stammt, völlig verschiedene Bäume. Auch bei vielen durch Stecklinge vermehrten Sträuchern und Stauden ist es durchaus nicht einerlei, wo die Stecklingszweige abgeschnitten sind, ob Hauptachsen, ob Seitenzweige usw. Leider sind diese

ganzen Dinge wissenschaftlich noch recht wenig untersucht, den Gärtnern sind sie aber ganz gut bekannt, und allerhand „Praktikerkniffe“ gehen darauf zurück.

Abgesehen von diesen eben geschilderten Ausnahmefällen sind aber bis auf die immer vereinzelt vorkommenden Mutationen die vegetativen Nachkommen eines Ausgangsindividuums einander erblich gleich, auch wenn die betreffenden Pflanzen sehr stark heterozygotisch sind und bei geschlechtlicher Fortpflanzung auf das bunteste aufspalten.

Man hat oft die Frage aufgeworfen, ob eine sehr langdauernde ausschließlich vegetative Vermehrung schließlich zu einer Degeneration führe, man sprach von Sortenalter, von Sortenabbau infolge von ausschließlich ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Sichere Tatsachen, die als Beweis für diese Ansicht dienen könnten, kennen wir aber nicht. Wenn wir besonders bei Kartoffelsorten „Abbau“-Erscheinungen beobachten, so hat das zu einem Teil überhaupt nichts mit der vegetativen Vermehrung zu tun, sondern hängt mit der Verpflanzung einer Sorte in ihr nicht zusagenden Boden, nicht zusagendes Klima und — dadurch bedingt — einer Zunahme von Krankheiten zusammen.

Zu einem andern Teil hängt allerdings der „Abbau“ **mittelbar** mit der vegetativen Fortpflanzung zusammen, weil bei dieser sehr viel mehr Krankheiten der verschiedensten Art auf die Nachkommen übertragen werden als bei Vermehrung durch Samen. Wenn man also bei langdauernder vegetativer Vermehrung nicht immer eine gewisse Selektion gesunder Mutterpflanzen durchführt, dann bringt die vegetative Vermehrung eine sehr starke Zunahme aller dieser Krankheiten. Die vegetative Vermehrung als solche wirkt direkt aber nicht schädlich, auch wenn sie sehr lange Reihen von Generationen hindurch angewendet wird.

2. Geschlechtliche Fortpflanzung

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Pflanzen entsteht der im Samen eingeschlossene Keim, der Embryo,

dadurch, daß die im Embryosack liegende Eizelle (Fig. 9) befruchtet wird durch den in dem Pollenschlauch zu ihr hinabwandernden generativen Kern, der einem rückgebildeten Spermatozoid entspricht. Die Befruchtung verläuft in der Weise, daß die Pollenkörner, der „Blütenstaub“ in irgend einer Weise auf die Narbe (Fig. 9 A) gelangen, hier auskeimen und den langen Pollenschlauch (Fig. 9 A *ps*) bis zu den in den Embryosäcken (Fig. 9 A *e*), in den Samenknospen (Fig. 9 A *sa*), im Fruchtknoten sitzenden Eizellen hinabsenden. Aus der befruchteten Eizelle entsteht der junge Embryo.

Während, wie eben schon gesagt, der eine generative Kern mit der Eizelle verschmilzt und damit die Befruchtung bewirkt, verschmilzt der zweite generative Kern mit dem sekundären Embryosackkern (Fig. 9 B *pk*), und aus diesem Verschmelzungskern entsteht dann das Nährgewebe oder Endosperm.

Die Übertragung des Blütenstaubs auf die Narbe erfolgt in sehr verschiedener Weise. Nur ausnahmsweise sitzen in der Blüte Staubgefäße und Narbe so beisammen, daß ohne weiteres der Blütenstaub auf die Narbe gelangt, meist finden wir vielmehr alle erdenklichen Einrichtungen dafür, daß der Blütenstaub nicht auf die Narbe der gleichen Blüte gelangt, und daß Blütenstaub von andern Blüten und andern Pflanzen die Befruchtung vollzieht. Diese Übertragung von Blütenstaub von einer Blüte in die andere und von einer Pflanze zur andern erfolgt in sehr verschiedener Weise. Bei den Kulturpflanzen kommt nur Übertragung durch den Wind und Übertragung durch Insekten in Betracht.

Alle auf Windbestäubung angewiesenen Pflanzen haben unscheinbare Blüten, frei daliegende, stark verzweigte, klebrige oder sonst in irgend einer Weise für das leichte Auffangen des Blütenstaubs eingerichtete Narben und leicht ausstäubenden und leicht in der Luft schwebenden in großer Menge erzeugten Pollen. Windblütler sind z. B. alle Gräser einschließlich der Getreidearten [1]),

[1]) Bei manchen Getreidearten, so Weizen, Gerste und Hafer, deren wilde Stammformen typische Windblütler sind, erfolgt vorwiegend Selbstbestäubung. Daneben kommt aber je nach der Art und Rasse und je nach der Witterung mehr oder weniger ausgiebig auch Fremdbestäubung durch den Wind.

ferner der Hanf, die Rüben, die meisten Waldbäume, so Kiefern, Tannen, Eichen, Buchen, Weiden, Haseln, Birken, Erlen.

Bei einer zweiten Gruppe von Kulturpflanzen erfolgt die Pollenübertragung durch Insekten, wie Bienen, Hummeln, Fliegen, Schmetterlinge und kleine Käfer. Wir finden bei diesen Pflanzen

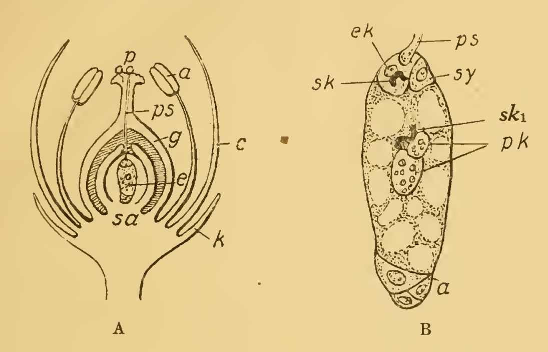


Fig. 9. Schematische Darstellung des Befruchtungsvorgangs bei einer angiospermen Pflanze. Nach Giesenhagen, Lehrbuch der Botanik.

A. Längsschnitt einer Blüte, schwach vergrößert. *k* Kelch, *c* Blumenkrone, *a* Anthere (Staubbeutel), *g* Wand des Fruchtknotens, *sa* Samenanlage, *e* Embryosack (vergl. Fig. 9 B), *p* zwei Pollenkörner auf der Narbe, *ps* zur Samenknospe und zum Embryosack hinabgewachsener Pollenschlauch.

B. Längsschnitt durch den Embryosack im Zeitpunkt der Befruchtung. *ps* Pollenschlauchende, *ek* Kern der Eizelle, *sk* Spermakern unmittelbar vor der Verschmelzung mit dem Eikern, *sy* Synergide, sk_1 zweiter Spermakern unmittelbar vor einer Verschmelzung mit den beiden sich zum sekundären Embryosackkern vereinigenden beiden Polkernen, *a* Antipoden.

die mannigfaltigsten, oft geradezu raffiniertesten Einrichtungen zur Insektenbestäubung. Der Sinn aller dieser Einrichtungen ist immer: 1. zu verhindern, daß Blütenstaub der gleichen Pflanze auf die Narbe gelangt und die Befruchtung vollzieht und 2. zu bewirken, daß fremder Pollen auf die Narben verbracht wird.

Mittel zur Verhütung der Selbstbestäubung sind: 1. Verteilung der beiderlei Geschlechter auf zweierlei Pflanzen —

diözische oder zweihäusige Pflanzen wie z. B. der Hanf. — **2.** Verteilung der beiderlei Geschlechtsorgane auf zweierlei — männliche und weibliche Blüten der gleichen Pflanze — monözische Pflanzen z. B. Mais, Kiefern, viele *Begonia*-Arten, Kürbisse, Gurken usw. — **3.** Unterbringung der beiderlei Geschlechtsorgane zwar in einer Blüte — Zwitter — aber Verhinderung der Selbstbestäubung durch allerhand besondere Einrichtungen wie z. B. gegenseitige Stellung der Antheren und Narben, so daß Blütenstaub nicht von selbst auf die Narbe fällt — bei fast allen Pflanzen mit ausgesprochenen „Blumen“. Ein zweites, ebenfalls sehr weit verbreitetes Mittel ist ungleiche Reifezeit der beiderlei Geschlechtsorgane, es werden entweder erst die Antheren reif und erst nach deren Ausstäubung und Vertrocknung öffnen sich die Narben, Proterandrie, z. B. bei *Pelargonium*, oder es reifen erst die Narben und später erst die Antheren, Protogynie z. B. bei *Aristolochia*. Eine dritte solche Einrichtung besteht in der Selbststerilität. Blütenstaub der gleichen Pflanze keimt auf den Narben überhaupt nicht oder nur sehr langsam oder nur unter ganz besonderen Verhältnissen. Selbststeril sind z. B. *Cardamine*, viele *Antirrhinum*-Arten, die meisten *Abutilon*-Arten. Die Selbststerilität ist, wie gesagt, bei den verschiedenen Arten sehr verschieden stark ausgesprochen, sie kann eine absolute sein, wie bei *Abutilon striatum* und manchen wilden *Antirrhinum*-Arten, sie kann eine teilweise sein, indem fremder Blütenstaub sehr viel besser keimt, so daß er überwiegend die Befruchtung der Samenknospen vollzieht, auch wenn er erst längere Zeit nach eigenem Blütenstaub auf die Narbe gelangt, so z. B. beim Gartenlöwenmaul und sehr vielen selbstfertilen Pflanzen. Eine vierte, sehr eigenartige Einrichtung ist die Heterostylie, für die wir bei sehr vielen *Primula*-Arten Beispiele haben. Hier — z. B. sehr schön bei *Primula elatior* — besteht jede „Art“ aus zwei Rassen. Die eine Rasse ist „kurzgriffelig“ und hat die Antheren oben in der Blüte sitzen und die andere Blüte ist „langgriffelig“ und hat die Antheren unten sitzen. Pollen einer langgriffeligen Pflanze keimt nur gut auf der Narbe einer kurzgriffeligen Pflanze und umgekehrt. Wenn Insekten abwechselnd diese Blüten besuchen, dann bringt es die Anordnung der Geschlechtsorgane

ohne weiteres mit sich, daß die an den Rüsseln hängenden Pollenmassen der einen Blütenform besonders reichlich gerade auf die Narben der andern Form gelangen[1]).

Mittel zur Bewirkung der Pollenübertragung durch Insekten sind: Bereitstellung von Nahrung für die Insekten in Form von Nektar oder von reichlichem Blütenstaub, Ausbildung von großen lebhaft gefärbten Blumen und von Duftstoffen zur Anlockung der Insekten und endlich tausenderlei von oft höchst eigenartigen Einrichtungen im Blütenbau, die alle bewirken, daß die besuchenden Insekten mit dem an ihnen hängenden fremden Blütenstaub die Narbe bepudern müssen.

Der Blütenstaub bleibt bei den meisten Pflanzen in trockenem Zustande lange Zeit lebensfähig; bei den verschiedenen Arten ist die Lebensdauer trockenen Pollens sehr verschieden, von wenigen Tagen bis zu einigen Wochen. Man kann von dieser langen Haltbarkeit auch bei künstlicher Bestäubung Nutzen haben, wenn zwei Pflanzen gekreuzt werden sollen, die nicht gleichzeitig blühen.

3. Parthenogenesis, Pseudogamie, Pseudocarpie

Es gibt einzelne Pflanzen, die auch ohne Befruchtung Samen ansetzen, indem sich entweder die unbefruchtete Eizelle, oder gelegentlich auch eine andere Zelle der Samenknospe zum Embryo entwickelt. Man heißt das Parthenogenesis oder Apogamie. Apogame Entwicklung der Eizellen kommt z. B. bei manchen Kulturarten von Primeln vor.

Nicht damit zu verwechseln ist das, was man als Pseudocarpie bezeichnet, d. h. die Entwicklung von samenlosen Früchten oder taubsamigen Früchten aus unbestäubten Blüten, wie wir es oft, bei Gurken z. B., beobachten.

---

[1]) Auch unsere wichtigsten kultivierten Primeln, z. B. *P. sinensis* und *P. obconica* sind heterostyl. Die Selbststerilität ist bei diesen Kulturrassen aber nur noch wenig ausgesprochen, hier bekommt man Samen ohne Mühe auch, wenn man eine kurzgriffelige Pflanze mit Pollen einer kurzgriffeligen und eine langgriffelige mit Pollen einer langgriffeligen bestäubt. Besseren Samenertrag gibt aber auch hier noch die Bestäubung von kurzgriffelig mit langgriffelig und umgekehrt.

Für die züchterische Praxis eine gewisse Wichtigkeit hat eine Erscheinung, die man als Pseudogamie bezeichnet. Man versteht darunter, daß bei manchen Pflanzen, z. B. bei einzelnen Orchideenarten, die Eizellen ohne Befruchtung zu Embryonen sich entwickeln, aber nur, wenn die Narbe durch Pollen der gleichen Art oder aber auch durch Pollen irgend einer ganz andern Art oder Gattung bestäubt wird. Dieser Pollen befruchtet also nicht, sondern er reizt nur die Eizellen zur parthenogenetischen Entwicklung. Die Sämlinge, die aus einer solchen pseudogamen Pflanze gewonnen werden, sind deshalb auch rein von der mütterlichen Art. So geben Blüten der Orchidee *Zygopetalum Mackayi*, die man mit Pollen von irgend einer *Odontoglossum*- oder *Oncidium*-Art bestäubt, nur Sämlinge, die alle rein *Zygopetalum Mackayi* sind.

4. Inzucht

Bei sehr vielen Pflanzen, die ihrem ganzen Blütenbau nach auf eine Fremdbefruchtung angewiesen sind und bei freiem Abblühen auch fast ausschließlich durch Fremdbefruchtung sich fortpflanzen, kann man künstlich Fremdbefruchtung verhindern und Selbstbestäubung vornehmen und bekommt, falls es nicht eine streng selbststerile Art ist, auch Samen und daraus Nachkommen. Diese Nachkommen aus Selbstbefruchtung sind aber sehr oft deutlich schwächlicher und anfälliger für Krankheiten als Nachkommen aus Fremdbefruchtung. Taf. VI zeigt z. B. beim Grünkohl, der ein ausgesprochener Fremdbefruchter ist, zunächst links eine aus Fremdbefruchtung stammende kräftige Pflanze (a), rechts davon eine Pflanze (b) der nächsten Generation aus Selbstbefruchtung und noch weiter rechts davon wiederum eine aus Selbstbefruchtung stammende Pflanze (c) der 3. Generation. Die starke Wirkung der Inzucht ist unverkennbar, außer durch geringe Wüchsigkeit und geringe Widerstandsfähigkeit sind die Inzuchtspflanzen oft auch noch durch sehr geschwächte Fortpflanzungsfähigkeit gekennzeichnet; von der Kohlpflanze c war es z. B. nicht mehr möglich, noch eine weitere Inzuchtsgeneration zu bekommen.

So rasch und auffällig ist die Wirkung von strengster Inzucht d. h. von Selbstbefruchtung durchaus nicht immer. Die einzelnen

Arten und eigentümlicherweise auch die einzelnen Sorten der gleichen Art verhalten sich hier sehr verschieden. Im allgemeinen kann man aber beobachten, daß bei durch mehrere Generationen erzwungener Selbstbefruchtung die Wüchsigkeit und Kräftigkeit erst rasch und dann immer langsamer abnimmt, und daß man früher oder später — wenn es überhaupt gelingt, soviele Generationen hindurch aus Selbstbefruchtung Nachkommen zu erhalten, zu einem gewissen Minimum, dem Inzuchtsminimum kommt. Wenn dieses erst einmal erreicht ist, was z. B. bei Löwenmäulchen nach der 5. bis 6. Inzuchtsgeneration der Fall zu sein pflegt, dann werden bei noch länger dauernder Inzucht die Pflanzen nicht noch kümmerlicher, sondern bleiben wie sie sind, oder werden sogar wieder etwas kräftiger und fertiler.

Wenn z. B. die Durchschnittshöhe der Pflanzen einer Löwenmaulsorte vor der Inzucht 60 cm ist, dann ist die erste Inzuchtsgeneration nur 45, die zweite nur 40, die dritte nur 39 und die vierte nur 37 cm hoch und diese Höhe wird dann beibehalten, auch wenn man noch 10 Generationen weiter die Samen immer aus Selbstbefruchtung gewinnt.

Diese durch eine engste Inzucht d. h. durch konsequente Selbstbefruchtung bewirkte Degeneration ist durch eine Fremdkreuzung sofort behebbar. Wenn man z. B. zwei Löwenmaulsorten von ursprünglich je 60 cm Durchschnittshöhe durch stete Selbstbefruchtung auf eine Höhe von 38 cm heruntergezüchtet hat, und kreuzt nun zwei solch kleine Individuen der beiden verschiedenen Kümmerrassen, dann bekommt man sofort wieder große und gut fertile Pflanzen von 60 cm Höhe. Dieser Erfolg wird aber nur erzielt, wenn man zwei Individuen aus zwei verschiedenen solchen Inzuchtsstämmen kreuzt. Die Kreuzung zweier Individuen des gleichen Stammes hat diese Wirkung nicht.

Ähnlich wie durch Selbstbefruchtung wird eine, allerdings sehr viel langsamer erkennbar werdende, Degeneration bewirkt durch enge Verwandtschaftszucht.

Für die züchterische Praxis das Wichtigste aus diesem Kapitel über Inzucht ist die Erfahrung, daß die Degeneration, die infolge enger Verwandtschaftszucht oder erzwungener Selbstbefruchtung eintritt, schon durch eine Fremdkreuzung jederzeit behebbar ist.

Selbstbefruchtung durch mehrere Generationen ist oft der einzige Weg, um eine neue Sorte zur Konstanz zu bringen. Man darf ruhig soweit gehen, daß die neue Sorte zwar konstant, aber für die Praxis viel zu schwächlich geworden ist. Man braucht, wie wir später noch hören werden, ja nur zwei verschiedene Stämme durch Inzucht zur Konstanz zu bringen und sie dann zu kreuzen.

Bei ein und derselben Art können, wie vorhin schon betont wurde, die einzelnen Sorten und Stämme sehr verschieden inzuchtsempfindlich sein. Ja, was das merkwürdigste ist, auch in Arten, die sehr stark inzuchtsempfindlich sind, treten ab und zu Individuen auf, die fast ganz unempfindlich für Inzucht sind. Derartige inzuchtsimmune Sorten bieten als Kulturpflanzen viele Vorteile.

Eine ganze Anzahl unserer Kulturrassen, die heute fast ausschließlich inzuchtsimmune Selbstbefruchter sind, stammen ab von wilden Arten, die inzuchtsempfindliche Fremdbefruchter sind. Es scheint eine fast allgemeine Regel zu sein, daß wahrscheinlich durch eine Art unbewußte Auslese (vergl. das folgende Kapitel) die zwittrigen Kulturpflanzen allmählich zu Selbstbefruchtern werden.

5. Natürliche Zuchtwahl bei unsern Kulturpflanzen

Auch wenn der Mensch seine Kulturpflanzen nicht bewußt züchterisch bearbeitet, so findet doch schon bei jedem Anbau eine gewisse natürliche Zuchtwahl statt. Das wird merkwürdig oft vergessen, und es scheint mir angebracht, hier ganz ausdrücklich darauf hinzuweisen.

Wenn irgend eine Kulturpflanze in ein anderes Anbaugebiet verbracht wird, so findet hier immer eine gewisse Fruchtbarkeitsauslese statt. Bringen wir z. B. irgend eine Landsorte von Weizen, die ja immer ein Gemisch von sehr vielen erblich verschiedenen Linien darstellt, von Südwestdeutschland nach der Provinz Brandenburg, so werden unter dem andern Klima und den andern Bodenverhältnissen diese verschiedenen Linien sehr ungleich gut gedeihen. Manche Linien, die in der südwestdeutschen Landsorte verhältnismäßig selten vertreten waren, werden in Brandenburg besser gedeihen und deshalb von Jahr zu Jahr in dem Gemische mehr vorwiegen und andere, vielleicht ursprünglich sehr häufig vertretene Typen werden in Brandenburg schlecht ge-

deihen, verhältnismäßig wenig Samen geben und selten werden. Nach einer Reihe von Jahren wird durch diese „natürliche“ klimatische Auslese die Sorte stark verändert, „akklimatisiert“ sein.

Selbstverständlich ist eine derartige rasche Veränderung einer Sorte durch natürliche Auslese nur dann möglich, wenn es sich um eine aus vielen verschiedenen Linien zusammengesetzte Landsorte oder überhaupt eben um erblich nicht einheitliches Ausgangsmaterial handelt. Eine reine Linie wird durch eine solche Auslese nicht verändert, oder doch nur, wenn sie eben vorher sei es durch Mutation oder durch spontane Kreuzungen unrein geworden ist.

Eine solche natürliche Zuchtwahl kann wie in dem eben besprochenen Beispiel durchaus nützlich sein, und außer den klimatischen Anpassungen sind zweifellos sehr viele nützliche Eigenschaften der Kulturrassen durch natürliche, ganz ungewollte Zuchtwahl entstanden. Varianten, die sich schlecht ernten lassen, etwa leicht ihre Samen ausstreuen, werden durch diese unbewußte Zuchtwahl ganz von selbst immer ausgeschieden, ebenso Varianten, die eine zu geringe Samenzahl geben. Ebenso wird z. B. allein dadurch, daß bei der Ernte immer ein ganzes Getreidefeld gleichzeitig geschnitten wird, eine gewisse Ausgeglichenheit der Reifezeit bewirkt. Alle ganz frühreifen Varianten haben die Samen schon großenteils ausgestreut, alle ganz spätreifen haben erst die wenigsten Samen reif, es kommen von diesen extremen Typen nur verhältnismäßig wenig Samen in das Saatgut, sie werden langsam ausgemerzt.

Die natürliche Zuchtwahl kann aber auch in sehr unerwünschter Richtung wirken, und gerade das wird von den Pflanzenzüchtern oft übersehen. Bei unsern Futterpflanzen kommt es in der Praxis darauf an, daß sie vegetativ sich üppig entwickeln und es ist für ihre landwirtschaftliche Nutzung ganz unwesentlich, ob sie viel oder wenig Samen tragen. Meist sind sogar Varianten, die viel Samen tragen, für diese Nutzung schlecht geeignet, weil sehr oft starkes Blühen und reicher Fruchtansatz gerade bei Pflanzen vorkommt, die vegetativ schwach entwickelt sind. Wird nun mit irgend einer solchen Nutzpflanze (Luzerne oder Klee z. B.) Samenbau getrieben, ohne daß diese natürliche Fruchtbarkeits-

auslese berücksichtigt wird, d. h. ohne daß man ihr ganz bewußt entgegenarbeitet, so führt man, weil eben in jedem Luzerne- oder Kleefeld die früh- und reichblühenden und stark fruchtbaren Stöcke mehr Samen geben als die gerade in vegetativer Richtung besonders kräftigen, ganz unbewußt eine Züchtung auf hohen Samenertrag statt auf vegetative Massenentwicklung durch!

Durch eine solche unbewußte, natürliche Selektion werden offenbar bei unsern landwirtschaftlichen und noch mehr bei unsern gärtnerischen Kulturpflanzen auch inzuchtsimmune Stämme (S. 52) begünstigt, und damit hängt es wohl zusammen, daß so viele unserer Kulturpflanzen ganz oder teilweise Selbstbefruchter geworden sind, während ihre wilden Stammformen ausgesprochene Fremdbefruchter sind, wie Weizen, Gerste, Hafer, Erbsen, Bohnen, blaue Luzerne, Lupinen usw.

III. Abschnitt:

Allgemeine Züchtungslehre

Der Grundgedanke einer jeden Züchtung ist es, aus den vielerlei „Variationen“ der zu veredelnden Rasse die geeignetsten auszulesen und möglichst rein und konstant zu züchten. Es wird also immer darauf ankommen, daß man „Variationen“ für die Weiterzucht auswählt, die sich als erblich erweisen. Wir haben im I. Abschnitt ausführlich besprochen, daß ein Variieren auf mindestens drei ganz verschiedenen Vorgängen beruht, nämlich auf Modifikationen, Kombinationen und Mutationen. Die Selektion von Modifikation ist erfolglos, also nur mit Selektion von Variationen der beiden letzten Kategorien — Kombinationen und Mutationen — darf man bei einer künstlichen Züchtung arbeiten.

Freilich muß dieser Satz, daß die Selektion von Modifikationen keinen Zweck habe, sehr cum grano salis verstanden werden. Daß viele Modifikationen bei vegetativer Vermehrung von der Mutterpflanze auf die Nachkommen übergehen, haben wir früher ja ausführlich besprochen. Ich erinnere an die Übertragung von Krankheiten, auch nicht parasitärer Natur, an die Erscheinungen der Blühreife usw.

Ferner werden zwar bei geschlechtlicher Fortpflanzung Modifikationen, individuelle Vorteile z. B., welche nur darauf beruhen, daß das betreffende Individuum sich unter besonders günstigen Ernährungsverhältnissen entwickelt hat, nach allem, was wir wissen, nicht vererbt, und es wird nicht möglich sein, durch Auslese von solchen Modifikationen irgend eine Rasse zu ändern, aber trotzdem wird man wenn möglich immer nur kräftige, gut ernährte, gesunde Individuen zu Weiterzucht verwenden, schon wegen der zahlreicheren Nachkommenschaft.

Auch damit, daß mancherlei Außeneinflüsse, welche die Eltern beeinflussen, auch, wenigstens eine Generation weit, oft noch sehr stark und deutlich „nachwirken“, wird man bei der Züchtung immer zu rechnen haben. Man wird innerhalb eines Klons von Kartoffeln zwar durch Auswahl der größten Knollen als Saatgut nicht die Sorte erblich verbessern, sie nicht dazu bringen, daß sie weiterhin im Durchschnitt größere Knollen produziert als früher, aber man wird doch bei Auswahl der größten Knollen zur Aussaat eine größere Ernte im nächsten Jahr bekommen, weil Kartoffelpflanzen aus großen Knollen im allgemeinen kräftigere Pflanzen geben — weil sie von vornherein mit einem größeren Vorrat von Reservestoffen arbeiten — als wenn man kleine Knollen als Saatgut nimmt. **Weiter** aber auf der Vererbung von Modifikationen, oder wie man meistens sagt, auf der „Vererbung erworbener Eigenschaften“ in der Züchtungspraxis zu fußen, ist nach dem heutigen Stand unserer Kenntnis durchaus verkehrt.

Mit der starken Modifizierbarkeit aller Eigenschaften muß der Züchter noch aus einem andern Grunde rechnen, das ist wohl an einem Beispiel am leichtesten zu zeigen:

Die erbliche Veranlagung zum Schossen (Blüten schon im ersten Lebensjahre) ist bei den verschiedenen Rübensippen sehr verschieden. Wie alle Eigenschaften, so wird auch diese Neigung zum „Schossen“ bei den Rüben sehr durch die Kulturbedingungen beeinflußt. Sehr frühe Saat z. B. begünstigt das Schossen. Eine Sippe, die eine ausgesprochene erbliche Veranlagung zum Schossen hat, wird trotzdem vielleicht gar keine Schosser aufweisen, wenn man sie sehr spät säet und auch sonst unter Bedingungen hält, welche dem Schossen entgegenwirken. Um also erkennen zu können, ob eine Sippe eine starke oder eine schwache Veranlagung zum Schossen aufweist, muß man sie unter Bedingungen kultivieren, welche ein Schossen begünstigen.

Wenn man also z. B. feststellen will, ob eine Hanfsorte eine starke (unerwünschte) erbliche Veranlagung zur Verästelung aufweist, muß man sie mit großem Standraum anbauen, denn bei sehr kleinem Standraum wachsen auch die Sorten unverästelt, welche eine starke Veranlagung zur Astbildung haben. Nur bei Anbau

mit unnatürlich großem Standraum ist eine Auslese in dieser Richtung überhaupt erst möglich.

Von den drei Kategorien von Variationen, die wir unterscheiden, kommen für **Neuzüchtung** nur die Kombinationen und Mutationen als Lieferanten von Auslesematerial in Frage, ferner haben wir bei allen sich für gewöhnlich selbstbefruchtenden (autogamen) Pflanzen ein Auslesematerial, gegeben in den zahllosen nebeneinander existierenden „Linien", aus denen sie alle bestehen.

Die Technik der Züchtung ist, je nachdem wie die betreffende Pflanze vermehrt wird, sehr verschieden. Wir müssen scharf trennen:

1. Pflanzen, welche in der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Praxis nur vegetativ vermehrt werden, wie die Kartoffeln, die Weinreben, fast alle Obstarten usw.
2. Pflanzen, die, auch ohne daß man dazu besondere Maßnahmen ergreift, sich beim gewöhnlichen Anbau fast ganz oder doch stark überwiegend durch Selbstbefruchtung fortpflanzen, wie Weizen, Gerste, Hafer, Erbsen, Bohnen.
3. Pflanzen, die beim gewöhnlichen Anbau sich fast ganz oder doch stark überwiegend durch Fremdbefruchtung fortpflanzen, die aber bei künstlicher Selbstbestäubung ebenfalls Samen geben und keine rasch verhängnisvolle Inzuchtsdegeneration zeigen. Hierher gehören z. B. Kohlrüben, Raps, Rettig, Radieschen, Blumenkohl und sehr viele Gartenblumen.
4. Pflanzen, die sich ganz oder fast ausschließlich durch Fremdbefruchtung fortpflanzen und die, sei es wegen Geschlechtstrennung, sei es wegen Selbststerilität oder sehr starker Inzuchtsdegeneration nicht künstlich in mehreren Generationen durch Selbstbefruchtung weitergezogen werden können (z. B. Hanf, Rüben, Rotkohl, Weißkohl, Grünkohl, Kohlrabi, Roggen, Rotklee, sehr viele Gartenblumen, die meisten Forstbäume).

Für jede dieser 4 Gruppen wollen wir die Praxis der Züchtung an der Hand von je einigen Beispielen besprechen.

1. Pflanzen, welche vegetativ vermehrt werden

1. Schulbeispiel. Kartoffel

Eine züchterisch noch nicht bearbeitete Landsorte von Kartoffeln stellt im allgemeinen ein mehr oder weniger buntes Gemisch von verschiedenen Klonen (S. 7) dar. Die einzelnen Klone sind oft sehr verschieden, in Blütenfarbe, Wuchsform, Blattform, Knollenform, Knollenfarbe, so daß die Uneinheitlichkeit des Gemenges sofort in die Augen fällt.

Häufiger aber sind schon infolge einer gewissen Selektionswirkung die Unterschiede der einzelnen Klone nicht so auffällig. Äußerlich, also in Blütenfarbe, Blattform, Knollenform und -Farbe, sind die verschiedenen Klone einer solchen Landsorte dann sehr ähnlich aber dabei doch in Ertrag, Haltbarkeit der Knollen, Stärkegehalt, Geschmack usw. deutlich verschieden.

Die erste Aufgabe, die bei einer züchterischen Verbesserung einer solchen Landsorte zu lösen ist, besteht darin, aus den vielen sehr ungleich wertvollen Klonen dieses Gemenges den besten Klon herauszufinden und ihn weiterhin an Stelle des Gemenges rein anzubauen. Wie findet man nun in einem solchen Gemenge rasch den besten Klon heraus?

Man bezeichnet sich schon im Laufe des Sommers in einem mit der zu verbessernden Landsorte bestellten größeren Feld durch beigesteckte Stäbe alle Stauden, die durch besonders kräftigen Wuchs und besonders gesundes Laub auffallen. Dabei begnüge man sich nicht mit wenigen Stauden, sondern man wähle mindestens 50—100. Bei der Ernte, die staudenweise mit der Hand vorgenommen werden muß, läßt man von allen Stauden des Feldes jeweils die Knollen einer Staude auf ein Häufchen legen und sammle von den 50—100 ertragreichsten und auch sonst nach Knollenform usw. am meisten zusagenden Stauden die Knollen, jede Staude für sich, in je eine Düte. Dabei achte man besonders auf die schon im Sommer bezeichneten Stauden.

Also man sucht auf diese Weise die 50—100 (je mehr desto besser!) besten Einzelstauden heraus und erntet wie gesagt die Knollen jeder Staude getrennt in eine Düte. Die Düten werden dann numeriert und im Keller überwintert. Umständliche

Messungen und Wägungen, chemische Analysen usw. vorzunehmen hat hier keinen Zweck.

Die wichtigste züchterische Arbeit setzt nun im nächsten Jahre ein. Auf einem Stück Land mit möglichst ausgeglichener Bodenbeschaffenheit und möglichst gleichmäßiger Düngung werden in Reihen von etwa 60 cm Abstand aus jeder Düte die acht besten Knollen ausgelegt, am zweckmäßigsten ebenfalls im Abstand von 60 cm innerhalb der Reihe. Man bekommt so, wenn man z. B. im Vorherbst 100 Einzelstauden ausgelesen hatte, eine Pflanzung von 100 Klonen nebeneinander. Man kann nun durch sorgfältige Beobachtung während des Sommers schon feststellen, welche Klone besondere Vorzüge oder Nachteile aufweisen, dabei muß aber immer die durchschnittliche Beschaffenheit des ganzen Klons, also aller acht Pflanzen maßgeblich sein. Bei der Ernte wird Klon um Klon getrennt geerntet und jetzt wird durch ein genaues vergleichendes Messen und Wägen, durch Bestimmung des Stärkegehaltes usw., durch Vergleichung der Form, Farbe, Anzahl der Knollen usw. festgestellt, welcher von den 100 Klonen der beste ist. Dabei stellt sich oft heraus, daß mehrere von den isolierten Pflanzen zum gleichen Klone gehören.

Von etwa 100 Klonen scheidet man auf Grund dieser vergleichenden Prüfung mindestens etwa 90 aus und behält nur die 10 besten für weitere Prüfungen in Kultur. Wiederum werden die Knollen jedes der 10 besten Klone gesondert in einen Sack gesteckt, genau bezeichnet[1]) und unter sorgfältiger Vermeidung von Vermischung überwintert.

Im nächsten (3.) Jahre der züchterischen Arbeit werden — wiederum in einem Felde mit möglichst ausgeglichenem Boden — die 10 Klone ausgelegt und zwar am besten in Reihen im Abstand von etwa 60 × 60 cm. Um Ungleichheiten des Bodens unschädlich zu machen, läßt man am besten diese Reihen sich mehrfach wiederholen und man pflanzt Reihen von 1—2 andern bekannten guten

---

[1]) Am besten gibt man allen isolierten Pflanzen und den so erzielten neuen Klonen fortlaufende Nummern durch alle Jahre hindurch. Also im ersten Jahre 1—100, im 2. Jahre etwa 101—156 usw. Jährlich mit 1 anzufangen und die Jahreszahl beizufügen ist unzweckmäßig, weil dadurch leicht Verwechselungen entstehen können.

Sorten als *Vergleichssorten* dazwischen. Sehr übersichtlich sind hierfür langrechteckige Felder von etwa 15 m Breite, in denen die Kartoffeln in *Querreihen* gelegt werden mit je 20 Knollen pro Reihe. Ein solches Feld wird beispielsweise nach folgendem Plane bepflanzt:

1.	Reihe	Vergleichssorte	Wohltmann 34
2.	„	„	Industrie
3.	„	Klon 15	
4.	„	„ 38	
5.	„	„ 41	
6.	„	„ 44	
7.	„	„ 47	
8.	„	„ 59	
9.	„	„ 68	
10.	„	„ 70	
11.	„	„ 71	
12.	„	„ 96	
13.	Reihe	Vergleichssorte	Wohltmann 34
14.	„	„	Industrie
15.	„	Klon 15	
16.	„	„ 38	
17.	„	„ 41 usw. in 2—3maliger Wiederholung des Ganzen.	

Im Herbste werden aus jedem der 10 geprüften Klone die 6 besten und gesündesten Pflanzen bezeichnet und gesondert geerntet, damit sie für die weitere *Vermehrung der Sorte* Verwendung finden können, wenn die Prüfung ergibt, daß diese betreffende Sorte wirklich lohnt. Im übrigen wird für jeden der 10 Klone genau der Gesamtertrag *einschließlich* der 6 gesondert geernteten Pflanzen festgestellt und danach bestimmt, welcher Klon der beste ist. Ist keiner der Klone den Vergleichssorten an Ertrag mindestens gleich, dann werden rücksichtslos *alle* Klone ausgemerzt, es sei denn, daß ein Klon irgend welche besonders gute Eigenschaften hat, die den Minderertrag völlig ausgleichen. Zeigt sich einer der Klone den Vergleichssorten als überlegen, dann wird er stark vermehrt und als „neue Sorte" in *feldmäßigen* Anbauversuchen weiter geprüft. Bei der Vermehrung wird der Züchter selbst dabei immer wieder Jahr um Jahr aus der Sorte etwa 6

besonders gesunde schöne Stauden auslesen und deren Nachbau — im 5.—6. Jahre — in den Handel geben. Diese fortdauernde Auslese bei der weiteren Vermehrung der Sorte ist, obwohl es sich um eine Auslese innerhalb eines reinen Klons handelt, in der Praxis unbedingt nötig, nicht um die Sorte noch weiter zu verbessern, wohl aber um sie auf der Höhe zu halten. Bei jeder vegetativen Vermehrung gehen, wie wir jetzt schon mehrfach gehört haben, von der Mutterpflanze eine Anzahl von Pilzkrankheiten und allerhand Stoffwechselkrankheiten unbekannter Ursache auf die Nachkommen über. Ferner aber treten an jeder Pflanze infolge von Schädigungen, die man meist nicht näher kennt, Sproßsysteme, d. h. Zweige, Ausläufer, Knollen usw. auf, welche eine deutlich geschwächte vegetative Wüchsigkeit haben und diese auch auf die vegetative Nachkommenschaft übertragen.

Man muß also bei vegetativ vermehrten Pflanzen **dauernd** die kranken, schwächlichen Sprosse, Knollen usw. von der Fortpflanzung ausschließen, d. h. **dauernd „nach gesund und kräftig selektionieren“**, wenn man eine Degeneration, einen **„Abbau“** des Klons verhüten will.

Eine Verbesserung der Sorte wird aber durch eine solche Selektion innerhalb eines Klones nur ausnahmsweise einmal erzielt werden können, nur dann, wenn zufällig in diesem Klon eine vegetative Mutation erfolgt, welche züchterisch einen Fortschritt bedeutet. Das ist aber sicher nur ein höchst seltenes Ereignis.

Dieses eben absichtlich ganz ausführlich geschilderte Verfahren bezeichnet man als Individualauslese mit Bewertung der Einzelindividuen auf Grund ihrer Nachkommenschaft. Es ist lange vor seiner theoretischen Begründung von scharfsichtigen Praktikern ausgebildet worden, es ist aber auch vom wissenschaftlichen Standpunkte aus gesehen unbedingt richtig.

Wenn wir aus einem Kartoffelfeld mit aller Genauigkeit und Sorgfalt die 10 wirklich besten Pflanzen aussuchen würden, wie man es früher oft getan hat, so würden wir vielleicht damit nur Individuen finden, die an sich keineswegs besonders gut erblich veranlagt sind, und auch keineswegs eine über dem Durchschnitt stehende Nachkommenschaft geben. Denn auch auf einem gleich-

mäßig bestellten Feld sind die einzelnen Pflanzen noch immer sehr ungleich gut ernährt, es kann sich sehr gut treffen, daß die 10 besten **Pflanzen** eines Jahres alle zu erblich ziemlich minderwertigen Klonen gehören und nur individuell besonders üppig und reichtragend sich entwickelt haben, weil sie gerade auf einem Düngerklumpen oder auf einer irgend wie sonst begünstigten Stelle des Feldes gestanden haben. Derartige Modifikationen werden bekanntlich aber nicht vererbt (S. 2). Dem Züchter kommt es ganz ausschließlich darauf an, Pflanzen zu finden, welche ihrer erblichen Veranlagung nach besonders gut sind. Ob eine Pflanze aber erblich gut veranlagt ist, kann nur ihre Nachkommenschaft uns zeigen.

Aus diesem Grunde kommt es vor allem darauf an, eine große Zahl von Einzelpflanzen auszuwählen und von jeder die Nachkommenschaft zu prüfen. Es kommt viel weniger darauf an, schon im ersten Jahre die Einzelpflanzen so sehr genau zu messen und zu wägen. Es ist viel besser, einfach dem Augenschein nach bei flüchtiger Besichtigung aus einem großen Feldbestand **200** Einzelpflanzen getrennt zu ernten und getrennt im nächsten Jahre nachzubauen, als mit allen Mitteln der Technik mit vielem Messen und Wiegen und Analysieren die **20** zweifellos besten Pflanzen eines kleinen Feldbestandes festzustellen.

Das genaue Messen und Wiegen verschiebe man auf das zweite und dritte Jahr — und tue aber auch dann nicht zu viel des Guten!

Hat man aus den in einem Anbaugebiet einheimischen „akklimatisierten“ (vgl. S. 52) Landsorten von Kartoffeln durch Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft die besten darin steckenden Klone isoliert, dann ist man mit der Weiterzüchtung durch Selektion, wie wir eben gehört haben, am Ende seiner Kunst. Um weiter zu kommen, muß man sich neues Selektionsmaterial in möglichst großer Zahl und Mannigfaltigkeit verschaffen. Einen einfachen Weg hierzu stellt jede Sämlingszucht dar. Die Kartoffel ist von Haus aus ein Fremdbefruchter, damit ist gesagt, daß jedes Individuum bunt heterozygotisch ist. Tatsächlich ergeben denn auch alle unsere vegetativ zur völligen

Konstanz durchgezüchteten reinen Kartoffelsorten, soweit sie überhaupt Samen tragen, aus Selbstbefruchtung eine ungeheuer bunte Aufspaltung. Auch unter 100 Sämlingen etwa von „Wohltmann 34" oder irgend einer andern Sorte wird man kaum je auch nur zwei gleiche Pflanzen finden. So viele Sämlingspflanzen man zieht, so viele neue Sorten hat man also im allgemeinen auch.

Also jede Sämlingszucht verschafft uns bei den Kartoffeln eine Fülle von neuem Auslesematerial.

Es empfiehlt sich aber, die Kartoffelsämlinge nicht aus künstlich selbstbefruchteten[1]) Blüten zu ziehen, sondern grundsätzlich aus Kreuzung zweier verschiedener Sorten. Das ist notwendig, weil die Kartoffeln eine sehr starke Inzuchtsdegeneration zeigen (vgl. S. 50). Auch Früchte, die man im freien Feldbestand einer reinen Sorte[2]) findet, sind, biologisch betrachtet, als aus Selbstbefruchtung entstanden anzusehen.

Um Samen aus Fremdbestäubung zu bekommen, muß man also zwei Sorten künstlich kreuzen. Technisch ist das bei der Kartoffel sehr einfach, nur stört der Umstand sehr, daß sehr viele Sorten keinen oder fast keinen fruchtbaren Blütenstaub haben, und daß sehr viele Sorten die meisten Blüten schon als Knospen oder kurz nach dem Aufblühen abwerfen, ohne Frucht anzusetzen.

Die Kreuzung selbst geschieht in der Weise, daß man zunächst eine junge, eben vor dem Öffnen stehende Blüte am besten frühmorgens mit einer Pinzette vorsichtig öffnet und die Antheren entfernt. Wesentlich ist dabei, daß die Antheren noch nicht geöffnet[3]) sind, noch nicht stäuben! Diese kastrierte Blüte wird dann am Nachmittag des gleichen Tages mit Blütenstaub der ausgewählten andern Sorte bestäubt. Das geschieht so, daß man aus einer eben geöffneten Blüte eine Anthere heraus nimmt, sie mit der Spitze nach unten vorsichtig auf den Nagel des linken Daumens aufstößt, so daß etwas Blütenstaub darauf fällt, und dann dieses Häufchen Blüthenstaub an die Narbe der kastrierten Blüte bringt,

---

[1]) Selbstbefruchtung liegt hier auch vor, wenn man zwei Pflanzen einer reinen Sorte, d. h. des gleichen Klons, miteinander bestäubt!

[2]) eine reine Sorte ist ja hier, genau besehen, nur eine einzige stark vegetativ vermehrte Pflanze.

[3]) Die Kartoffelantheren öffnen sich an der Spitze.

d. h. man tupft vorsichtig die Narbe in das darunter gehaltene Pollenhäufchen hinein.

Man kann diese ganze Operation im freien Lande vornehmen, ohne die zu befruchtenden Blüten nach der Kastration durch „Beutelung" vor einer ungewollten Bestäubung zu schützen. Besonders wenn als Samenträger eine Pflanze einer Sorte genommen wird, die keinen oder fast keinen fertilen Pollen ausbildet, und wenn lauter solche Pflanzen um den Samenträger herumstehen, ist eine Beutelung ganz überflüssig.

Hat man als Samenträger eine Pflanze aus einer Sorte mit reichlichem fertilen Pollen, dann muß man bei einer solchen künstlichen Kreuzung im Freien aber immer damit rechnen, daß auch einzelne in der Luft herumfliegende oder durch Insekten[1]) übertragene Pollenkörner der gleichen Sorte auf die Narbe gelangen und daß ein, wenn auch wohl immer nur sehr kleiner Teil der Samen dann aus Selbstbefruchtung stammt. Auch das ist aber für den nur praktische Zwecke verfolgenden Züchter weiter kein Unglück.

Um Selbstbefruchtung oder Befruchtung durch fremden ungewünschten Pollen sicher auszuschließen[2]), muß man an Freilandpflanzen die kastrierten Blüten in eine Düte aus Pergamin einschließen und darauf achten, daß alle mit eingebeutelten Blüten ebenfalls kastriert sind, und die Beutel erst einige Tage nach der Bestäubung entfernen. Da aber die Kartoffeln das Einbeuteln der Blüten meist sehr schlecht ertragen, die Blüten dann besonders leicht abwerfen, ist es zweckmäßiger, zur Verhütung von ungewollter Bestäubung die Kartoffelpflanzen in großen Töpfen oder noch besser in Kisten im Gewächshaus (Kalthaus) zu ziehen und hier die Bestäubung vorzunehmen.

Die künstlich bestäubten Blüten bekommen ein kleines Anhängeschildchen, auf dem die Art der Kreuzung verzeichnet steht (etwa: „Wohltmann 34 ♀ × Fürstenkrone ♂"). Aus den reifen Beeren werden die Samen wie aus Tomaten herausgequetscht, gewaschen, auf Fließpapier getrocknet und in Düten zusammen mit dem Anhängeschildchen trocken aufbewahrt.

---

[1]) Kartoffelblüten werden allerdings sehr wenig von Insekten besucht.

[2]) Was aber nur für wissenschaftliche Untersuchungen nötig ist.

Die Aussaat erfolgt im März bis Anfang April in Töpfen, ebenfalls wieder ganz wie bei Tomaten, und auch die Weiterbehandlung ist genau wie bei jungen Tomatenpflanzen. Anfang Mai werden die zweimal verpflanzten jungen Stöcke in Abständen von 60 × 60 cm ins freie Land verpflanzt und entwickeln sich hier im allgemeinen zu Pflanzen, die den aus Knollen gezogenen wenig nachstehen.

Diese Sämlingsstauden dienen jetzt als Ausgangsmaterial für eine Auslese genau nach dem Schema, wie wir es vorhin (S. 58 ff.) ausführlich besprochen haben. Man kann darauf rechnen, daß von etwa 1000 Sämlingspflanzen schon im ersten Jahre etwa 800 als sicher ungeeignet weggeworfen werden können. Die übrigen gelangen in den Anbauversuch des zweiten Jahres, jetzt werden wieder mindestens 150 ausgeschieden werden können, und nur eine kleine Zahl von Sorten wird in größeren Versuchen geprüft werden müssen. Man muß also damit rechnen, daß die übergroße Mehrzahl der neuen Sorten nicht viel wert ist, man kann aber andererseits auch darauf rechnen, daß jede größere Sämlingszucht aus der Kreuzung zweier guter Sorten wenigstens einige neue Sorten liefert, die in irgend einer Richtung besonders wertvoll sind.

Es ist gar kein Zweifel, daß auf diesem Wege bei der Kartoffel noch sehr wesentliche züchterische Fortschritte erzielbar sind.

Welche zwei Sorten man miteinander kreuzt, ist ziemlich unwesentlich, alle unsere Sorten sind bunt heterozygotisch, man mag kreuzen was man will, man bekommt immer eine unübersehbare Fülle von neuen, z. T. oft sehr absonderlichen Typen.

Für eine Kreuzung zu praktischen Zwecken kommen außer den einheimischen und fremden Kulturrassen der Kartoffeln vielleicht auch einige Wildformen in Frage. Mit *Solanum Maglia* z. B. läßt sich unsere Kartoffel kreuzen, und derartige Artkreuzungen haben ein gewisses Interesse insofern, als manche Wildformen ziemlich viel besser frosthart sind und auch widerstandsfähiger gegen Pilzkrankheiten. Bei diesen Artkreuzungen wären freilich brauchbare Typen erst in F_2 zu erwarten, man müßte also die F_1-Bastarde untereinander bestäuben und daraus eine möglichst zahlreiche **F_2-Generation** heranziehen! Leicht ist

das alles nicht, der praktische Züchter läßt am besten vorläufig Artkreuzungen außer Betracht.

Andere Züchtungsweisen als Selektion aus Landsorten und Selektion aus Sämlingszuchten kommen für die Kartoffel ernstlich nicht in Frage. Die Züchtung neuer Sorten auf dem Wege der Pfropfung, die eine Zeitlang eine gewisse Rolle in der Literatur gespielt hat, ist aussichtslos. Durch Zusammenpfropfen zweier Sorten entstehen keine neuen Typen, es wäre höchstens möglich, daß einmal Periklinalchimären entstünden (S. 38), aber praktisch dürften diese keinen Wert haben, schon weil sie vegetativ zu unbeständig sind.

---

2. Schulbeispiel. Pflaumen

Ebenso wie eine rein gezüchtete Kartoffelsorte eigentlich nur eine einzige, stark vegetativ vermehrte Pflanze ist, so auch jede Pflaumensorte, sie ist nur ein durch Pfropfung, Okulieren usw. stark vegetativ vermehrtes einziges „Individuum“, stellt also wissenschaftlich betrachtet einen Klon dar.

Ebenso wie bei den Kartoffeln auch innerhalb eines Klons eine gewisse Auslese erforderlich ist (vgl. S. 61), so auch bei der Vermehrung einer Obstsorte durch Stecklinge, Pfropfung, Okulieren usw. Es ist wesentlich, die Stecklinge, Pfropfreiser usw. stets nur von gesunden, kräftigen Teilen eines Baumes zu schneiden. Eine gewisse Rolle spielt auch bei unsern Pflaumensorten — aber weniger als bei den Äpfeln und Birnen — die Ausbildung von vegetativ erhalten bleibenden Unterschieden zwischen „Jugendsprossen“ und „blühreifen“ Sprossen.

Ebenso wie bei den Kartoffeln treten auch bei den Pflaumen gelegentlich vegetative Mutationen auf, irgend ein Ast oder Zweig, oder oft auch nur ein Teil eines Zweiges, weicht in irgend einer Weise von der Ausgangssorte ab und kann — vegetativ vermehrt — den Ausgangspunkt einer neuen „Sorte“ liefern. Immerhin sind aber solche Mutationen so selten, daß eine systematische „Neuzüchtung“ allein auf sie sich nicht gründen kann. Für eine Neuzüchtung muß man auch hier zu Sämlingszuchten greifen.

Jede Pflaumensorte ist, weil auch die Pflaumen mindestens teilweise Fremdbefruchtung[1]) aufweisen, mehr oder weniger stark heterozygotisch, ergibt also bei Samenaussaat eine mehr oder weniger bunte Spaltung. Die weit verbreitete Vorstellung, daß unsere Pflaumensorten bei Sämlingsvermehrung „ausarten", beruht auf dieser Beobachtung. Ein großer Teil der Spaltungsprodukte ist allerdings, vom Standpunkt der Obstzüchter aus gesehen, minderwertig, d. h. hat kleinere und weniger wohlschmeckende Früchte als die Stammsorte[2]). Aber in jeder Sämlingszucht sind, wie wir jetzt schon mehrfach gehört haben, immer einzelne, oft sogar überraschend viele Typen, welche den Stammsorten mindestens gleichwertig sind.

Eine umfangreiche Sämlingszucht ist also der gegebene Weg, um zu neuen Pflaumensorten zu kommen, man muß aber alle Sämlinge selber zum Blühen und Fruchttragen kommen lassen und sie nicht bloß als Unterlagen für Pfropfungen verwenden.

Um ein möglichst reichhaltiges Auslesematerial zu erhalten, empfiehlt sich aber, nicht bloß eine einfache Massenaussaat von Pflaumen-, Zwetschen-, Reineclauden- usw. Kernen zu machen, sondern vorher zwei verschiedene Sorten zu kreuzen, davon F_1 zu ziehen und dann aus den Samen der F_1-Generation eine möglichst zahlreiche F_2 zu gewinnen.

Schon die F_1-Pflanzen sind sehr häufig wertvolle neue Sorten

---

[1]) Selbstbefruchtung innerhalb der gleichen Blüte und gegenseitige Befruchtung der verschiedenen Blüten des gleichen Baumes ist aber möglich und liefert reichlich keimfähige Samen. Pflaumen verhalten sich hierin deutlich anders als manche Apfel- und viele Birnensorten, die ausgesprochen auf Fremdbestäubung angewiesen sind. Viele Birnensorten sind fast ganz selbststeril, und man bekommt in einem Garten, in dem nur eine solche Sorte angebaut ist (d. h. nur vegetative Abkömmlinge des gleichen Sämlingsbaumes!), keinen oder fast keinen Fruchtansatz. Bei Pflaumen wäre es deshalb auch viel leichter möglich, Sorten zu züchten, die auch bei Vermehrung durch Samen konstant sind.

[2]) Die einzelnen Pflaumensorten verhalten sich hierin sehr verschieden. Die alten Zwetschen und die alten Pflaumen im engeren Sinne, ebenso die Mirabellen und Reineclauden spalten verhältnismäßig wenig bunt auf. Sehr viel bunter spalten die neueren Pflaumensorten auf, die meist unabsichtlich erzeugte Bastarde zwischen Pflaumen und Zwetschen sind. Näheres nachher, S. 69.

und können ohne weiteres durch Pfropfung vegetativ vermehrt werden. In F_2 erfolgt eine bunte Spaltung.

Eine solche Züchtung kostet freilich eine ganz beträchtliche Zeit, wie das folgende schematische Beispiel des Verlaufes einer solchen Kreuzung zeigt:

Erstes Jahr: Kreuzung von Hauszwetsche und Reineclaude. Aussaat der Kerne im Herbst.

Zweites bis sechstes Jahr: Heranzucht der F_1-Bäumchen zur Blühreife. Im sechsten Jahr (und in den folgenden Jahren) Ernte möglichst vieler Samen von den in einer Gruppe zusammengepflanzten F_1-Bäumen.

Siebentes bis elftes Jahr: Heranzucht von möglichst vielen F_2-Bäumen zur Blühreife. Auswahl der besten neuen Typen. Wiederholung der Aussaat von Samen der F_1-Bäume während mehrerer Jahre (etwa noch im 8., 9., 10., 11. Jahr, so daß im 15.—16. Jahr die letzten F_2-Bäume zum Fruchten gelangen).

Die Technik der Kreuzung ist auch hier sehr einfach. Eine Anzahl[1]) kurz vor dem Öffnen stehende Blüten der einen Sorte, z. B. der Hauszwetsche, wird frühmorgens kastriert, d. h. die Blumenblätter werden vorsichtig mit einer Pinzette auseinandergebogen und alle Staubgefäße werden entfernt. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß nicht einzelne heruntergebogene oder zwischen die Blumenblätter geschobene Staubgefäße vergessen werden. Alle an dem gleichen Zweig sitzenden, schon aufgeblühten oder noch nicht kastrierfähigen Blüten werden entfernt, und der ganze Zweig wird in eine große Pergamindüte gesteckt, die unten mit Bast, oder noch besser dünnem Drahte zugebunden wird.

Am Nachmittag des gleichen oder des folgenden Tages werden alle kastrierten Blüten[1]) durch Betupfen mit reichlich stäubenden Antheren der andern Sorte, in unserm Beispiel der Reineclaude, bestäubt[2]), und dann wird der ganze Zweig für etwa 8 Tage wieder eingebeutelt. Auch hier wird jede einzelne künstlich befruchtete

---

[1]) Je mehr desto besser, weil lange nicht alle bestäubte Blüten Frucht ansetzen, und weil immer ein Teil der Früchte durch Insektenfraß usw. verloren geht.

[2]) Man nimmt am besten eine ganze abgezupfte Reineclaudenblüte zwischen Daumen und Zeigefinger und betupft mit dem ganzen stäubenden Antherenbüschel die Narben der kastrierten Zwetschenblüten.

Blüte mit einem Anhängeschildchen bezeichnet, auf dem die Art der Kreuzung verzeichnet steht (in unserm Beispiel etwa: *Hauszwetsche* × *große grüne Reineclaude*). Die Samen werden am besten in feuchtem Sand in in die Erde eingegrabenen Blumentöpfen überwintert und im Februar—März in je einen Blumentopf in einem leicht gepackten Mistbeet ausgelegt. Die jungen Pflanzen werden dann, ehe sie den Topf zu sehr durchwurzelt haben, mit dem Ballen vorsichtig ins freie Land ausgepflanzt und weiterhin unter 1—2maligem Verpflanzen möglichst kräftig ernährt. Schon im ersten Lebensjahre werden von jedem Sämling einige Augen auf geeignete Unterlagen (Pflaumen- oder Zwetschen-Sämlinge, Damascener, Pr. cerasifera usw.) okuliert, um so die neue Sorte auch zu behalten für den Fall, daß der Sämling selber zugrunde geht. Gewöhnlich bekommt man auch, wenn man auf kräftige, ältere Unterlagen okuliert, schon ein bis zwei Jahre früher Früchte, als auf dem Sämlingsbäumchen selber.

Die F_1-Pflanzen solcher Pflaumenkreuzungen stellen oft, wie vorher schon gesagt, selber schon ganz brauchbare Typen dar (das gilt z. B. sicher für die Bastarde zwischen den runden blauen Pflaumen, z. B. „frühe Fruchtbare“ und Zwetschen), gelegentlich sind sie aber auch wenig erfreulich, erinnern an *Prunus insititia* und andere Wildpflaumen.

Trotzdem muß immer die F_2-Generation in großem Maßstabe herangezogen werden, wenn man eine wirklich große Mannigfaltigkeit stärker abweichender neuer Pflaumentypen erhalten will. Leider ist in der züchterischen Praxis eine derartige genügend große F_2-Generation wohl überhaupt noch nie herangezogen worden!

Da anscheinend[1]) unsere Pflaumen durch einmalige Inzucht nicht, oder doch nicht wesentlich geschädigt werden, können die F_1-Bäumchen einfach einer Selbstbefruchtung überlassen werden. Am besten pflanzt man aber eine ganze Gruppe von solchen F_1-Büschen[2]) irgendwo, entfernt von gleichzeitig blühenden andern Pflaumenrassen zusammen, erntet von dieser ganzen Gruppe alle

---

[1]) Ich stütze mich nur auf gelegentliche eigene Beobachtungen, genauere Untersuchungen liegen noch nicht vor.

[2]) Die Zucht der F_1-Pflanzen als Buschbäume ist am meisten zu empfehlen.

Früchte, säet die Kerne dann in der üblichen Weise in Reihen in einem Gartenbeet aus und zieht daraus dann einen möglichst großen Bestand fruchtender Büsche als Auslesematerial heran.

Alle unsere Pflaumenarten (Pflaumen, Zwetschen, Reineclauden, Mirabellen usw.) sind untereinander kreuzbar, allerdings im einzelnen ungleich leicht. In Frage kommen außerdem für besondere Zwecke, etwa um frostharte, einem rauhen Klima angepaßte Typen zu bekommen, auch Kreuzungen mit Schlehen (*Prunus spinosa)* und mit *Prunus insititia.*

Mit Aprikosen und Pfirsichen lassen sich die Pflaumen, soweit meine Erfahrung reicht, nicht kreuzen, ebensowenig mit Kirschen. Dagegen sind natürlich die Aprikosen und Pfirsiche mit einer ganzen Anzahl verwandter Arten und ebenso auch alle Kulturkirschen, (Sauer- und Süßkirschen) untereinander und mit sehr vielen wilden verwandten Arten kreuzbar.

Sowohl bei den Pflaumen wie bei den Aprikosen, Pfirsichen und Kirschen ist auf dem Wege der Kreuzungszüchtung noch sehr viel zu erreichen, es ist ganz merkwürdig, wie wenig auf diesem ganzen Gebiete bisher geleistet worden ist. Wir sind in der Obstzüchtung nicht viel weiter, als die alten Armenier vor 2000 Jahren schon waren!

3. Beispiel. Weinreben.

In einem Weinberg stehen im allgemeinen verschiedene Klone durcheinander, auch wenn es sich um einen Weinberg einer „Sorte" handelt. Einheitlich sind die meisten Rebensorten nur in den wichtigsten Beereneigenschaften, aber im Ertrag, in der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und in andern praktisch sehr wichtigen Eigenschaften sind die einzelnen, die Sorte zusammensetzenden Klone deutlich verschieden. Es ist deshalb bei der gewöhnlichen Vermehrung sehr wesentlich, zur Vermehrung nicht beliebige Stöcke zu verwenden, sondern erst durch genaue mehrjährige Beobachtung festzustellen, welche Stöcke die besten sind. Völlig verkehrt ist es aber — und geschieht trotzdem noch heute! — zur Vermehrung gerade die Stöcke zu benutzen, welche vegetativ besonders kräftig und deshalb besonders leicht vegetativ vermehrbar sind. Das sind meist gerade Individuen aus wenig ertragreichen Klonen,

und man züchtet auf diese Weise hinunter anstatt hinauf. Allein schon durch eine zielbewußte Auswahl der Ausgangsstöcke bei der gewöhnlichen vegetativen Vermehrung ist in der Rebenzucht ein wesentlicher Fortschritt möglich.

Um ein größeres und reichhaltigeres Ausgangsmaterial für eine Selektion zu gewinnen, als es irgend ein alter Rebgarten darstellt, muß man auch hier zu einer Sämlingszucht schreiten. Was vorhin für die Pflaumen gesagt wurde, gilt auch hier: Alle unsere Reben sind stark heterozygotisch, und jede Samenaussaat gibt deshalb eine bunte Spaltung. Ob es aber gelingen wird, die heute dringendsten Aufgaben, Züchtung von *Uncinula*- und *Peronospora*- und Reblaus-immunen Sorten einfach auf dem Wege der Auslese aus umfangreichen Sämlingszuchten europäischer Reben zu lösen, ist sehr fraglich, ja sogar unwahrscheinlich. Dagegen kommen hierfür Artkreuzungen unbedingt in Betracht. Es gibt eine ganze Anzahl amerikanischer wilder *Vitis*-Arten, *V. Labrusca* und viele andere, welche genügend immun gegen diese Schädlinge sind, aber unbefriedigende Beereneigenschaften haben. Es ist ferner nach den bisher vorliegenden Versuchen höchst wahrscheinlich, daß Bastarde zwischen europäischen Reben *(Vitis vinifera)* und verschiedenen amerikanischen Arten in F_2 eine bunte Aufspaltung in zahllose Kombinationstypen ergeben. Es ist also mit einer großen Wahrscheinlichkeit darauf zu rechnen, daß in einer genügend großen F_2-Generation auch Pflanzen mit der gesuchten Eigenschaftskombination auftreten. Man wird freilich hier F_2 in einer Individuenzahl von vielleicht 100000 Pflanzen ziehen müssen, um zum Ziele zu kommen. Der Versuch wird auch zweifellos sehr beträchtliche Kosten machen, aber wenn man bedenkt, welche ungeheure Summen in Deutschland jährlich für die Bekämpfung allein der Pilzkrankheiten durch chemische Mittel ausgegeben werden, so muß man sich sagen, daß ein Versuch, durch Züchtung immuner Sorten alle diese jährlich wiederkehrenden Ausgaben zu sparen, gern sehr große Summen kosten darf. Es ist eine schwere Unterlassungssünde der landwirtschaftlichen Verwaltungen unserer Rebbau treibenden Bundesstaaten, daß nicht längst derartige Kreuzungszüchtungen im nötigen großen Umfange eingeleitet worden sind.

2. Durch Samen vermehrte, fast ganz oder doch stark vorwiegend autogame Pflanzen

1. Schulbeispiel Gerste

Bei Gerste, die sich selbst überlassen abblüht, erfolgt fast immer Selbstbestäubung, die Blüten öffnen sich kaum, die Staubbeutel werden nicht, wie bei den meisten andern Gramineen vor dem Stäuben aus der Blüte herausgeschoben, sondern stäuben innerhalb der geschlossenen Blüte. Trotzdem kommt Fremdbestäubung gelegentlich vor, ungleich oft bei den einzelnen Rassen und wohl auch je nach der Witterung. In der züchterischen Praxis kann man aber die Gerste ruhig als einen Selbstbefruchter behandeln.

Tatsächlich erweisen sich auch weitaus die meisten, aus einem beliebigen gemischten Feldbestand herausgegriffenen Einzelindividuen als völlig homozygotisch, geben jede eine erblich völlig einheitliche Nachkommenschaft. Man erhält also im allgemeinen dadurch, daß man die Körner einer Einzelpflanze aussät, eine „reine Linie“ (vergl. S. 8).

Jede Landsorte von Gerste stellt ein Gemenge aus sehr vielen, mehr oder weniger stark untereinander verschiedenen solchen reinen Linien dar. Und man kann aus jeder Landsorte, indem man nur die Körner vieler Einzelpflanzen jeweils für sich gesondert aussäet, eine große Zahl von verschiedenen Linien, d. h. von verschiedenen in sich ganz einheitlichen Sorten herausholen.

Diese vielen — es handelt sich meist um hunderte — verschiedenen Linien, die eine Landsorte zusammensetzen, sind im einzelnen sehr ungleich viel wert, und die „Verbesserung“, „Veredelung“ einer solchen Landsorte durch Auslese beruht im Grunde genommen nur darauf, daß man aus diesem bunten Gemenge von guten und von mäßigen und von schlechten Linien die beste oder die paar besten herausholt und sie künftig an Stelle des Gemenges allein anbaut.

Man verbessert also durch eine solche Selektion die Sorte gar nicht, sondern man trennt nur die einzelnen, in dem Gemenge der Landsorte steckenden Formen voneinander und züchtet sich die beste oder die besten davon rein.

Wie fängt man eine solche „Veredelungsauslese“ bei Selbstbefruchtern am zweckmäßigsten an?

Die Technik ist ganz ähnlich wie bei der vorher (Seite 58) besprochenen Kartoffelauslese. Man beginnt mit einem nicht zu kleinen Feldbestand der zu verbessernden Sorte und wählt kurz vor der Ernte eine große Zahl von besonders schönen Einzelpflanzen[1]) aus. Selbstverständlich wird jedem Züchter ein gewisses Idealbild vorschweben, und er sucht die Pflanzen aus, die dem am nächsten kommen. Man halte sich aber nicht zu streng an sein Ideal, sondern greife auch Pflanzen heraus, die in anderer Richtung Vorteile zu bieten scheinen. Alle diese Pflanzen werden vorsichtig einzeln ausgerissen und in den Arbeitsraum genommen. Man nehme stets lieber zu viel als zu wenig Einzelpflanzen, etwa 100 wenigstens. Auch hier wieder hat es keinen Zweck, die Pflanzen viel zu messen und zu wiegen und mit allen den vielen hierfür konstruierten Apparaten auf Halmfestigkeit usw. zu untersuchen. Man reibe vielmehr möglichst bald die Samen jeder einzelnen Pflanze aus und stecke sie in je eine Düte. Jede Düte bekommt eine Nummer. Im nächsten Frühjahr werden je 54[2]) Samen jeder Pflanze im Abstand von 15 × 15 cm im Zuchtgarten Korn um Korn mit der Hand möglichst gleichmäßig gelegt. Am besten nimmt man 1 m breite Beete mit 9 Reihen zu je 6 Pflanzen. Immer zwischen zwei solchen „Familien“ bleibt eine Reihe frei, man braucht also ein etwa 1,50 m langes Beetstück für die Nachkommen je einer Pflanze.

Wesentlich ist dabei, daß man einen Zuchtgarten mit möglichst gleichmäßigem Boden hat.

Man bekommt auf diese Weise eine Sammlung von meist ebenso vielen in je einem 1 × 1,50 m breiten Beete stehenden „reinen Linien“, als man im Vorjahre Einzelpflanzen geerntet hat[3]). Diese Beete werden nun im Laufe des Sommers auf alle praktisch wichtigen Eigenschaften hin genau verglichen und jedes Beet wird für sich geerntet und gebündelt. Beete, die deutlich

---

[1]) Nicht bloß einzelne Ähren.

[2]) Oder eine ähnliche Zahl, jedenfalls gleich viel von allen Mutterpflanzen.

[3]) Von diesen Linien erweisen sich meist mehrere als identisch, so daß man im allgemeinen also lange nicht so viele verschiedene „reinen Linien“ bekommt, als man Pflanzen im Vorjahr ausgewählt hatte.

uneinheitlich sind, deren Ausgangspflanzen also heterozygotisch waren, scheidet man am besten von vornherein aus, es sei denn, daß man sie aus irgend welchen besondern Gründen als Ausgangspunkt für eine Kreuzungszüchtung (Seite 77) benützen will.

Jede dieser gesondert geernteten Einzelfamilien wird für sich gedroschen, für jede wird Strohertrag, Körnerertrag, Einzelkorngewicht, Kornbeschaffenheit und alles sonst praktisch Wichtige genau bestimmt und zwar nicht für die Einzelpflanzen, sondern für die ganze Familie.

Auf Grund dieser Prüfung werden dann von den 100 Familien etwa 90 ausgeschieden und nur die 5—10 besten werden weiter bearbeitet, d. h. es wird ein kleiner Teil der Körner benutzt, um damit im Zuchtgarten die Linie rein zu vermehren, und der andere größere Teil der Körner dient zu einem ersten kleinen feldmäßigen Anbauversuch. Am zweckmäßigsten geschieht dies in der Weise, daß man auf einem möglichst gleichmäßigen saubern Stück Land von jeder Linie etwa 4 Drillreihen in 15 cm Abstand säet und daneben von einigen alten Vergleichssorten ebenfalls 4 Drillreihen. Auch hier verwendet man am besten ein lang rechteckiges Stück Land von etwa 10 m Breite. Will man z. B. 6 Linien in dieser Weise durchprüfen, so sieht das Feld folgendermaßen aus (s. Schema S. 75).

Ein solcher Feldversuch erlaubt im allgemeinen schon ein ziemlich sicheres Urteil über den Wert der einzelnen Linien, von seinem Ausfall hängt es ab, ob überhaupt und welche von den Linien in größere Anbauversuche gelangen. Auch hier muß schon im Laufe des Sommers jede Linie genau beobachtet werden. Jede Linie wird für sich geerntet, der Ertrag bestimmt usw.

Auf diese Weise, also ganz so wie in dem früher (Seite 58) geschilderten Kartoffelversuch durch eine Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft gelingt es, unter allen Umständen in wenigen Jahren aus einer noch so bunten Landsorte die ertragreichste oder sonstwie beste darin steckende Linie zu isolieren.

Hat man dieses Ziel erst erreicht, dann besteht die eigentliche züchterische Weiterarbeit nur noch darin, diese Linie für den Handel dauernd zu vermehren und rein zu erhalten. Diese

Reinhaltung geschieht am besten in der Weise, daß man bei der Vermehrung immer wieder auf einige Einzelpflanzen zurückgeht und daß man wenigstens alle paar Jahre wieder eine Individualauslese[1]) mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft einschaltet. Vor allem dann muß das geschehen, wenn man Verdacht hat,

10 m Breite

Randbeet 4 Drillreihen			
Vergleichssorte I		4	Drillreihen
„ II		4	„
„ III		4	„
Neue Linie a		4	„
„ „ b		4	„
„ „ c		4	„
„ „ d		4	„
„ „ e		4	„
„ „ f		4	„
Vergleichssorte I		4	„
„ II		4	„
„ III		4	„
Neue Linie a		4	„
„ „ b		4	„
usw. in 2—3 maliger Wiederholung			

daß die Linie nicht mehr rein sei, durch Mutation oder durch Fremdbestäubung, oder, was das häufigste ist, durch zufällige Beimischung fremden Samens.

Es hat aber keinen rechten Zweck, innerhalb einer reinen Linie jahraus jahrein zu selektionieren in der Absicht, diese Linie

---

[1]) Hierbei ist es aber — wenn nicht eine ganz offensichtliche starke Verunreinigung vorliegt — nicht nötig, sehr viele Einzelpflanzen herauszugreifen, 10—20 genügen vollkommen.

dadurch irgendwie zu verbessern. Die Aussicht, daß Mutationen auftreten, welche eine Verbesserung bedeuten, ist so gering, daß es sich nicht lohnt, dieser geringen Aussicht halber, die umständliche Selektionsarbeit dauernd durchzuführen.

Man kann auf diesem Wege der Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft sich aus einer Landsorte eine reine Linie, eben die beste, herausholen und sie weiterhin rein anbauen. Viele von unsern heutigen besten Gerstensorten bestehen tatsächlich auch aus nur je einer reinen Linie.

Man kann aber auch ganz bewußt die drei oder vier besten Linien, die man isoliert hat, für den Handel zusammenbringen und mindestens von der 2—4. Vermehrungsgeneration ab im Gemenge anbauen und im Gemenge verkaufen.

Eine Sorte, die nicht bloß aus einer, sondern aus mehreren hochwertigen Linien besteht, hat viele Vorteile vor einer nur aus einer Linie bestehenden „monotypen" Sorte. Erfahrungsgemäß ist immer der Wert der 3—4 besten Linien aus einer bunten Landsorte in den verschiedenen Jahren verschieden. In dem einen Jahr ist die eine die beste, im andern Jahre die andere. Baut man das Liniengemenge, so kann man deshalb im Durchschnitt mehrerer Jahre auf gleichmäßigere Erträge rechnen, als wenn man nur eine reine Linie anbaut. Es ist also durchaus nicht gesagt, daß eine Hochzuchtsorte bei den Selbstbefruchtern auch unbedingt eine reine Linie sein müsse. Notwendig ist aber, daß es sich um ein Gemenge von Linien handelt, die in der Reifezeit gut zusammenstimmen.

Hat man aus einer Landsorte durch eine Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft erst einmal die darin steckende beste Linie herausgeholt, dann kann man durch bloße Selektion nicht mehr oder doch nur äußerst selten einmal noch weiter kommen. Man muß dann andere Landsorten vornehmen oder man muß sich neues Ausgangsmaterial für eine Selektion durch eine künstliche Kreuzung verschaffen[1]).

---

[1]) Oder einen zufällig gefundenen Bastard ausnutzen (vergl. S. 74).

Kreuzt man zwei beliebige Gerstenrassen, so erfolgt stets in der F_2-Generation eine mehr oder weniger bunte Aufspaltung in eine Reihe von Typen, die alle möglichen Neukombinationen (vergl. S. 19) der Eigenschaften der beiden gekreuzten Rassen aufweisen.

Man wird im allgemeinen eine Kreuzung dann vornehmen, wenn man eine gute Eigenschaft einer Sorte vereinigen will mit den guten Eigenschaften einer andern Sorte, z. B. habe eine Gerstesorte eine besonders hohe Lagerfestigkeit, sei aber grobspelzig und etwas schartig, eine andere Sorte sei zwar eine sehr gute und im allgemeinen ertragreiche Braugerste, neige aber stark zum Lagern. In einem solchen Falle ist zu erwarten, daß in F_2 der Kreuzung unter vielen andern Typen auch Pflanzen auftreten müssen, welche die Lagerfestigkeit der einen P_1-Sorte vereinigen mit den übrigen guten Eigenschaften der andern P_1-Sorte.

Die Technik einer solchen Kreuzungs-, oder wie man heute meist sagt Kombinationszüchtung, ist folgende: Man zieht von den beiden P_1-Rassen eine Anzahl Pflanzen in großen Blumentöpfen heran und sorgt, wenn es sich um Sorten handelt, die nicht zur gleichen Zeit blühen, durch ungleich frühe Aussaat, Kühlhalten der früheren Sorte usw. dafür, daß die beiden Sorten gleichzeitig zur Blüte gelangen[1]).

Wenn die Ähren im Schossen sind, gerade eben aus der Blattscheide herausgeschoben werden, ist im allgemeinen die Zeit zur Kastration und Kreuzung gekommen. Die beste Tageszeit für das Kastrieren sind die frühen Morgenstunden. Man legt den Blumentopf auf den Tisch, so daß man eine Ähre gerade vor sich auf dem Tisch liegen hat, und nimmt der Reihe nach, von unten nach oben Blüte um Blüte der Ähre vor. Man hält mit der linken Hand die Grane fest, dringt mit der geschlossenen Pinzette zwischen den Spelzen in die Blüte ein und bringt so die Blüte zum Klaffen. Man übersieht jetzt die ganze Blüte und kann sich vor allem

---

[1]) Das ist oft durchaus nicht leicht. Z. B. bei der Kreuzung von Sommer- und Wintergersten ist man gelegentlich gezwungen, die Wintergersten zurückzuschneiden und erst die dann nachträglich entwickelten Halme zu verwenden. Immerhin läßt sich mit Topfpflanzen die Blühzeit sehr stark beeinflussen.

vergewissern, ob die Antheren noch nicht kurz vor dem Stäuben sind. Das läßt sich meist daran erkennen, daß die vorher grüne Farbe der Antheren ins gelbliche umschlägt[1]). Sind die Antheren in mehreren Blüten der Ähre schon am Stäuben oder dicht davor, dann verwendet man am besten die ganze Ähre überhaupt nicht, sind erst einige wenige Blüten soweit, so kann man sie ohne weiteres entfernen (mit einer spitzen Schere abschneiden).

Die Kastration muß sehr vorsichtig vorgenommen werden, man muß sich immer vergewissern, daß alle drei Antheren abgezupft sind und daß vor allem nicht eine Anthere quer durch den Staubbeutel abgerissen wird, so daß ein Stück davon in der Blüte zurückbleibt. Sehr wesentlich ist auch, daß man genau prüft, ob auch wirklich alle Blüten der Ähre kastriert sind. Das geschieht am einfachsten dadurch, daß man an jeder kastrierten Blüte das obere Drittel der Grane abschneidet. Wesentlich ist auch, daß man nicht den jungen Fruchtknoten oder die Narbe verletzt. Bei jeder kastrierten Blüte werden die Spelzen wieder in die richtige Lage gebracht, sie dürfen nicht klaffen bleiben, weil sonst sehr leicht die Narbe vertrocknet.

Nach beendeter[2]) Kastration wird die ganze Ähre durch Überstülpen einer länglichen, an einer Schmalseite offenen Pergamindüte etwa im Format 10 × 20 oder 10 × 30 cm, die man unterhalb der Ähre durch ein darum gewickeltes Stück eines feinen Drahtes (Blumendraht) verschließt, gegen Bestäubung durch in der Luft herumfliegenden Pollen geschützt.

Die Beutelung ist unbedingt notwendig, weil bei den kastrierten Blüten infolge der teilweise offenen Blüten und vor allem, weil der eigene Pollen fehlt, eine Fremdbefruchtung ziemlich leicht erfolgt.

---

[1]) Meist beginnen Blüten im mittleren Teil der Ähre mit dem Stäuben.

[2]) Man kann, besonders bei sehr langährigen Sorten sich damit begnügen, etwa nur die untere Hälfte der Ähre zu kastrieren und kann den obern Teil abschneiden oder bei vielzeiligen Gersten kann man einige ganze Zeilen herausschneiden. Aber weil nicht immer alle Kreuzungen gelingen, ist es gut, stets mit einer ganzen Ähre zu arbeiten, oder noch besser, sogar mit mehreren.

Je nach der Witterung entweder schon am Nachmittag des gleichen oder eines der folgenden Tage nimmt man die Bestäubung vor. Man sammelt zu diesem Zwecke in ein tadellos sauberes Glasgefäß (Uhrschale, Wägeschälchen oder dergl.) eine große Anzahl gerade eben mit dem Stäuben beginnender Antheren der als Vaterpflanze gewählten Sorte. Weiterhin steckt man, indem man wie bei der Kastration Blüte um Blüte vornimmt und öffnet, je eine Anthere in die kastrierte Blüte so hinein, daß ihr Blütenstaub auf die Narbe fallen muß. Man kann auch, wenn gerade die Antheren gut stäuben, sich damit begnügen, daß man etwas Blütenstaub auf die Narbe fallen läßt.

Auch jetzt werden nach der Bestäubung die Spelzen wieder zurechtgeschoben, so daß die Blüte wieder geschlossen ist. Ebenso werden wiederum die Blüten eingebeutelt. Nach 3—4 Tagen kann der Beutel entfernt werden. Die Bezeichnung der Kreuzung erfolgt auch hier durch ein kleines Anhängeschildchen, auf welches Mutter- und Vaterrasse geschrieben werden, etwa derart: „Bethge III × japan. Gerste H. 58“.

Die Samen jeder einzelnen Ähre werden im Zuchtgarten in Abständen von mindestens 20 × 20 cm in einem eigenen Beetchen ausgelegt, und die F_1-Pflanzen werden durch Behacken, Düngen, nötigenfalls auch Begießen zu möglichst starker Bestockung gebracht, damit eine recht große Zahl von Samen für die Heranzucht einer reichlichen F_2-Generation gewonnen werden kann. Pflanzen aus diesen F_1-Beeten, welche genau wie die Mutterrasse aussehen — es kommen immer einzelne vor, weil Kastrationsfehler und damit Selbstbefruchtungen leicht unterlaufen — werden rechtzeitig ausgerissen. Wie im übrigen aber die F_1-Bastarde aussehen, ist für die Praxis ganz einerlei[1]), es kommt ja zunächst nur darauf an, von ihnen so viele Samen als möglich zu erhalten. Man darf, um diesen Zweck zu erreichen, den F_1-Pflanzen geradezu unnatürlich günstige Wachstumsbedingungen geben.

---

[1]) Trotzdem wird natürlich der gewissenhafte Züchter sich Notizen machen, die Pflanzen photographieren oder noch besser wenigstens eine Ähre als Herbarpflanze aufheben.

Die F_2-Generation wird ebenfalls im Zuchtgarten in einem großen Beet gezogen aus Korn um Korn mit der Hand gelegten Samen. Der Abstand der Pflanzen soll mindestens 15 × 15 cm[1]) sein.

Aus dieser F_2-Generation werden alle diejenigen Pflanzen jede für sich gesondert geerntet, welche die gesuchte Eigenschaftskombination aufweisen. Man muß sich dabei von vornherein darüber klar sein, daß unter Umständen nur ein ganz kleiner Teil der Pflanzen mit der gewünschten Eigenschaftskombination diese auch konstant vererbt. Je häufiger man Pflanzen mit der gewünschten Kombination findet, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine beliebige davon homozygotisch ist (vgl. S. 33).

Man ernte daher so viele Einzelpflanzen des gewünschten Typs als möglich und säe von jeder im nächsten Jahre die Körner auf einem Sonderbeete aus. Hat man besonderes Glück, dann erweist sich wenigstens eine davon als konstant und kann im Vergleichsanbau geprüft werden. Meist ist das aber nicht der Fall, weil bei allen derartigen Rassenkreuzungen zu viele verschiedene Erbfaktoren mitspielen. Man geht dann so vor, daß man feststellt, welches von den vielen Einzelbeeten die am wenigsten bunte Aufspaltung zeigt, und man wählt nun aus diesem Beet wieder eine größere Anzahl von Einzelpflanzen des gewünschten Typs aus und baut ihre Nachkommenschaft im nächsten Jahre wieder in Einzelbeeten. Wenn man so vorgeht, wird man bei nicht ganz außergewöhnlich schwierigen Kreuzungen in 4—5 Jahren (von F_2 ab gerechnet) zu homozygotischen Stämmen kommen können.

Eine leichte, einfache und billige Sache ist also eine solche Kombinationszüchtung nicht. Etwa 8—10 Jahre intensivster Arbeit wird man im allgemeinen darauf verwenden müssen.

Es soll somit ein Anfänger in der Pflanzenzüchtung, der rasch zu einem greifbaren Ergebnis kommen will, sich zunächst auf einfache Auslesezüchtungen (S. 72) beschränken. In unsern Landsorten stecken noch viele Linien, die eine Reinzucht lohnen würden,

---

[1]) Alle diese hier angegebenen Abstände sind natürlich je nach der Bodenbeschaffenheit verschieden zu bemessen, man nehme mindestens immer einen 4–5 mal so großen Standraum für die Einzelpflanzen, als die auf dem betreffenden Boden stehenden Pflanzen im Feldbestand haben sollen.

und sehr viele Linien entstehen dauernd neu durch spontane Kreuzungen. Der Anfänger kann neben seinen Auslesezüchtungen auch eine Kombinationszüchtung beginnen, aber er stecke sich ein einfaches Ziel und betrachte vor allem seine Arbeit zunächst als einen Versuch zur Belehrung, aber nicht als eine Sache zum Gelderwerb.

Sehr erschwert werden viele Kombinationszüchtungen durch zwei Umstände:

1. Im allgemeinen sind gerade die praktisch wichtigsten Eigenschaften von einer großen Zahl oft auch gleichsinnig wirkender Erbfaktoren (vgl. S. 27) bedingt. Die Spaltung ist in F_2 dementsprechend sehr bunt und unübersichtlich.

2. Gerade die praktisch wichtigsten Eigenschaften, z. B. Ertrag, Winterfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten u. ä. sind im allgemeinen sehr stark modifizierbar. Man kann also auf Grund der Beschaffenheit eines einzelnen F_2- oder F_3- usw. Individuums gar kein Urteil darüber abgeben, wie weit es **erblich** diese betreffende Eigenschaft aufweist. Ob z. B. eine Gerstenpflanze in einem F_2-Beet zu einer durchschnittlich schwach oder stark rostempfindlichen Sippe gehört, kann man ihr nicht ansehen, sondern das kann man nur auf Grund der durchschnittlichen Beschaffenheit ihrer Nachkommenschaft entscheiden! Es bleibt also in derartigen Fällen nur übrig, eine sehr große Anzahl Einzelpflanzen aus der betreffenden F_2- oder F_3- usw. Generation auf gut Glück herauszugreifen, von jeder die nächste Generation auf je einem Beet zu ziehen und zu sehen, welche von diesen Beeten sich durch eine besonders hohe Rostimmunität auszeichnen. Hat man nun zufällig in dem betreffenden Jahre überhaupt aus klimatischen Gründen geringen Rostbefall[1]), dann kann man sich noch immer kein Urteil bilden, muß den ganzen Versuch im nächsten Jahre wiederholen. — Kurzum, so einfach theoretisch eine Kombinationszüchtung ist, so schwierig ist sie meist in der Praxis!

[1]) Prüfung der Rostimmunität mit Hilfe einer künstlichen Infizierung ist schwierig und gibt keinen sichern Anhalt für den Grad der Immunität gegen natürliche Infektion. Man kann dagegen diese Probegeneration unter Bedingungen kultivieren, die erfahrungsgemäß Rostbefall begünstigen.

Von der zielbewußten Durchführung von solchen Kombinationszüchtungen hängt es aber ab, ob wir in den nächsten Jahrzehnten unsere Kulturpflanzen noch wesentlich verbessern werden oder nicht!

Bei vielen Kombinationszüchtungen kann man sich das Ausleseverfahren nach der Kreuzung etwas vereinfachen. Wenn wir bei einer Pflanzenart, die sich ganz oder doch im wesentlichen durch Selbstbefruchtung fortpflanzt, Samen einer Anzahl F_1-Bastardpflanzen aussäen, dann erfolgt in der so erhaltenen F_2-Generation eine sehr bunte Spaltung. Die übergroße Mehrzahl der F_2-Pflanzen ist selbst wiederum heterozygotisch, nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der F_2-Pflanzen ist homozygotisch. Wenn man nun eine solche F_2-Generation zunächst noch nicht einer Selektion unterwirft, sondern sie einfach durcheinander, im ganzen erntet und die Samen im nächsten Jahre alle aussäet, dann bekommt man wieder ein ebenso buntes Bild wie im Vorjahre, aber der Prozentsatz der homozygotischen Pflanzen ist wesentlich größer. Das rührt daher, daß alle homozygotischen Pflanzen des Vorjahres nur homozygotische Nachkommen gegeben haben, während die heterozygotischen Pflanzen heterozygotische und homozygotische Nachkommen haben. Diese relative Zunahme der Homozygoten erfolgt aus dem gleichen Grunde von Generation zu Generation. Wenn man also die Samen der F_2-Pflanzen einfach im ganzen erntet, alles durcheinander, und dann etwa 5—6 Generationen lang diese Bastarde rein feldmäßig[1]), ohne jede züchterische Bearbeitung, anbaut, dann erhält man ein buntes Gemenge, das aber schließlich im wesentlichen aus homozygotischen Individuen besteht. Man kann also jetzt durch eine einfache einmalige Auslese nach dem vorhin (Seite 72) besprochenen Schema hieraus den gewünschten Typ rein herausholen.

Dieses Verfahren hat noch den weiteren Vorteil, daß bei einem feldmäßigen Anbau der ersten 5—6 Bastardgenerationen die natürliche Selektion (vergl. Seite 52) sehr ausgiebig wirken kann und ohne besondere Arbeit des Züchters Typen ausmerzt, welche für die betreffenden klimatischen und Bodenverhältnisse nicht geeignet sind.

---

[1]) Ein $^1/_3$—$^1/_4$ Hektar großes Stück genügt völlig.

3. Züchtung bei Pflanzen, welche sich entweder ausschließlich oder doch wenigstens überwiegend durch Fremdbefruchtung vermehren, aber künstliche Selbstbefruchtung ohne Schaden ertragen

1. Beispiel. Kohlrübe

Die Kohlrübenblüten sind auf Fremdbestäubung — in erster Linie durch Insekten, daneben aber auch durch den Wind — eingerichtet. Selbstbefruchtung erfolgt aber auch bei freiem Abblühen sehr ausgiebig. Wahrscheinlich ist sogar Selbstbefruchtung häufiger als Fremdbefruchtung[1]). Immerhin ist aber doch Fremdbefruchtung so häufig, daß weitaus die meisten Kohlrübenpflanzen eines Feldbestandes mehr oder weniger stark heterozygotisch sind. Eine noch nicht weiter züchterisch bearbeitete Sorte stellt also nicht so, wie wir es für eine Landsorte von Gerste oder Weizen sagen können, ein Gemenge von vielen reinen Linien, sondern ein Gemenge von heterozygotischen Individuen dar.

Um aus einem solchen Mischbestand von mehr oder weniger stark heterozygotischen Pflanzen sich eine möglichst weitgehend konstante hochwertige Sippe herauszuzüchten, wählt man wiederum den Weg der Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft. Man sucht aus einem Feldbestand im Herbst eine möglichst große Zahl von Rüben aus, die dem züchterischen Ideal am nächsten kommen, überwintert sie und läßt im nächsten Jahre jede Rübenpflanze unter Schutz vor Fremdbestäubung abblühen. Dieser Schutz ist nicht ganz leicht. Es kommt nicht bloß darauf an, Insekten, vor allem Bienen, verschiedene Fliegen, den Rapsglanzkäfer usw. abzuhalten, sondern auch den in der Luft fliegenden Blütenstaub anderer Kohlrüben. Man beutelt zu diesem Zweck am besten den ganzen Blütenstand in einen durch zwei Drahtringe ausgesteiften Sack aus leichtem aber dichtem Baumwollgewebe, der durch einen neben der Pflanze eingeschlagenen kräftigen Pfahl getragen wird. Der Sack wird unten um den

[1]) Zuverlässige Beobachtungen liegen nicht vor. Je nach der Witterung und vielleicht auch je nach der Sorte dürfte die Häufigkeit verschieden sein.

Stengel fest zugebunden und auch mit diesem untern zugebundenen Ende an den Pfahl befestigt. Der Sack darf nicht zu klein sein, für kräftige Pflanzen ist ein Durchmesser von etwa 50 cm zu wählen. Eingebeutelt bleibt der Blütenstand solange, bis eine genügende Zahl von Blüten Frucht angesetzt hat. Die Selbstbestäubung kann man durch kräftiges Schütteln der geschlossenen Säcke fördern.

Völlig sicher ist diese Art der Isolierung nicht, sie würde für rein wissenschaftliche Untersuchungen nicht genügen, wohl aber für die züchterische Praxis. Erleichtert wird die Isolierung, wenn die Einzelpflanzen nicht zu nahe zusammen stehen, und nicht im geschlossenen Verband, sondern in einer senkrecht zur herrschenden Windrichtung angeordneten Reihe.

Sehr lästig kann hierbei die graue Kohlblattlaus werden, die sich unter den Beuteln oft derart vermehrt, daß der ganze Blütenstand zugrunde geht. Eine gründliche Reinigung der Pflanzen vor dem Beuteln ist unbedingt erforderlich.

Wenn die Säcke abgenommen werden, müssen alle noch vorhandenen Blüten und Blütenknospen entfernt werden und dieses Durchputzen muß noch einige Male wiederholt werden. Die Samen jeder Pflanze werden gesondert geerntet — am besten von der Pflanze weg sofort in kleine Samendüten — jede Pflanze erhält dabei ihre Nummer. Im nächsten Jahre werden die Samen jeder Pflanze in einem Handkasten oder einem kleinen Beetstück getrennt gesäet, und die jungen Pflanzen werden in einem gleichmäßigen Stück Land reihenweise — 2—3 Reihen zu 10 Rüben genügen — ausgepflanzt, am besten mit Wiederholung der Reihen so, wie es Seite 60 für die Kartoffeln geschildert ist.

Auf diese Weise läßt sich sicher entscheiden, welche von den ausgewählten und selbstbefruchteten Rüben die beste und ausgeglichenste Nachkommenschaft hat. Nur die beste oder die 2—3 besten so erhaltenen „Familien" werden zur Weiterzucht verwendet, d. h. es werden aus ihnen wieder eine Anzahl Einzelpflanzen ausgewählt, im nächsten Jahre selbstbefruchtet und nach ihrer Nachkommenschaft bewertet. Man kommt mit einer 2—3 maligen solchen Selektion zu sehr weitgehend einheitlichen und ausgeglichenen Sorten.

Soweit die bisherige[1]) Erfahrung reicht, schadet die Selbstbefruchtung bei der Kohlrübe nicht, eine Inzuchtsdegeneration ist nicht erkennbar. Trotzdem ist es empfehlenswert, auf dem eben beschriebenen Wege nicht bloß einen konstanten Stamm herauszuzüchten, sondern mehrere ganz gleichartige Stämme und sie dann später bei der Vermehrung durcheinander zu säen und sich kreuzen zu lassen.

Genau nach dem eben besprochenen Schema wird man auch nach einer künstlichen Kreuzung zweier Sorten zu verfahren haben, nur wird man hier, wo es sich um ein besonders stark heterozygotisches Ausgangsmaterial handelt, mit 2—3 Selektionen meist noch nicht zu genügend konstanten und einheitlichen Stämmen kommen.

Zu Kreuzungen wird man nur schreiten, wenn es darauf ankommt, die guten Eigenschaften zweier Sorten in einer Sorte zu vereinigen. Die künstliche Kreuzung ist sehr leicht. Man kastriert einige junge, noch fest geschlossene, etwa zwei Tage vor dem Aufblühen stehende Blüten, beutelt den ganzen Tragzweig, an dem alle andern Blüten und Knospen vorher entfernt sind, in eine Pergamindüte und bestäubt nach zwei Tagen, indem man von einem ebenfalls gebeutelten Zweige der gewünschten andern Sorte eine frisch geöffnete Blüte abzupft und damit die kastrierten Blüten bestäubt.

Hat man von Kohlrüben eine gute Sorte herangezüchtet und will sie in größerem Maßstabe vermehren, so darf man die Fremdbestäubung nicht außer acht lassen. Man darf also die Samenfelder nicht in der Nähe von Samenfeldern anderer Kohlrübensorten unterbringen, sondern halte einen Abstand von wenigstens 500 m ein. Vor allem aber vermeide man die Nachbarschaft von Rapsfeldern. Kohlrüben und Raps gehören zur gleichen Spezies und kreuzen sich ohne weiteres. Die so entstandenen F_1-Pflanzen sind weder als Kohlrüben noch als Raps verwendbar[2]). Alle andern kultivierten *Brassica*-Arten, vor allem sämtliche Kohlarten sind

[1]) Noch nicht sehr ausgedehnte!

[2]) In F_2 mendeln aber neben vielen andern Typen auch wieder Kohlrüben und Raps heraus.

aber für Kohlrübenfelder völlig ungefährlich. Auch Kohlrabi kann also ohne Schaden unmittelbar neben Kohlrüben abblühen.

2. Beispiel. Gartenlöwenmaul

Bei den wilden Stammformen des Gartenlöwenmauls erfolgt die Fortpflanzung ganz allgemein durch Fremdbefruchtung. Die Stellung der Staubbeutel in der Blüte ist so, daß ohne Insektenbesuch (Hummeln, Schmetterlinge) nur ausnahmsweise Blütenstaub auf die Narbe gelangt. Blütenstaub der gleichen Pflanze wirkt zudem sehr viel langsamer als fremder, also auch wenn durch ein Honig suchendes Insekt nur wenig fremder Blütenstaub und auch erst viele Stunden, ja sogar Tage nach eigenem Blütenstaub auf die Narbe gelangt, so kommt er doch fast ausschließlich zur Geltung. Manche wilden *Antirrhinum*-Arten sind sogar vollkommen selbststeril.

Bei den Kulturrassen kommt Selbstbefruchtung sehr viel häufiger vor, das ist ja eine, wie S. 54 schon gesagt, allgemein zu beobachtende Erscheinung. Die Stellung der Staubgefäße ist bei den Kulturrassen häufig so, daß eigener Pollen ohne weiteres auf die Narbe gelangt und man bekommt durch ausschließliche Selbstbestäubung bei allen Kultursorten reichlich Samen. Immerhin stammt aber auch bei unsern Gartensorten stets mindestens etwa 50 % der Samen einer frei in einem großen Beet abblühenden Pflanze aus Fremdbefruchtung. Je nachdem, ob die Witterung Insektenbesuch begünstigt oder nicht, und je nachdem, ob an der Anbaustelle viele oder wenige Hummeln oder Schmetterlinge vorkommen, ist die Häufigkeit der Fremdbefruchtung verschieden groß. Sie ist ferner auch verschieden, je nach der Sorte, d. h. je nachdem wie bei den einzelnen Sorten die Antheren gestellt sind, je nachdem, ob der eigene Pollen stärker oder schwächer gehemmt ist usw.

Ich gebe diese ausführliche Schilderung der Fortpflanzungsbiologie ganz absichtlich als ein Beispiel dafür, daß man für eine bestimmte Kulturpflanze nicht einfach sagen kann, sie sei „Selbstbefruchter“, oder „Fremdbefruchter“, oder habe etwa „35 % Fremdbefruchtung“ usw., sondern daß alle diese Verhältnisse je nach der Sorte, je nach der Örtlichkeit, je nach dem Wetter usw. sehr

verschieden sind, und daß man immer erst im einzelnen Falle selber feststellen muß, wie die Dinge liegen!

Die Züchtung bezweckt bei den Löwenmäulchen wie bei allen andern Gartenblumen zweierlei:

1. Die vorhandenen Sorten sollen rein gebaut und vermehrt werden.
2. Es sollen möglichst alljährlich neue, wenigstens nicht schlechtere, möglichst aber bessere und schönere Sorten auf den Markt gebracht werden.

Wie muß man vorgehen, um diese beiden Aufgaben zu lösen?

1. Erhaltung des Sortiments

Zur Reinhaltung der Sorten gehen heute die Gärtner meist so vor, daß die vielen verschiedenen Sorten des Sortiments mehr oder weniger nahe benachbart, oft allerdings Sorte von Sorte durch je ein Beet einer andern gleichzeitig blühenden Blumenart getrennt, angebaut werden, offen abblühen und eifrig von Insekten besucht werden.

Jede Aussaat von den von diesen Beeten geernteten Samen gibt neben vielen Pflanzen, die „sortenecht“ sind, d. h. aus Selbstbefruchtung der Mutterpflanzen oder aus Befruchtungen innerhalb des Beetes stammen, einen sehr verschieden großen Teil von Pflanzen, die Kreuzungsprodukte sind, und zwar teils F_1-Pflanzen aus Kreuzungen des Vorjahres teils F_2—F_3 usw. Pflanzen aus früheren Kreuzungen.

Möglichst früh, spätestens aber nach dem Öffnen der ersten Blüten werden bei der heute üblichen Anbauweise diese abweichenden Pflanzen ausgerissen und eine Anzahl besonders typischer Pflanzen wird markiert, und deren Samen dienen dem Züchter selbst zur Vermehrung, d. h. zur Anlage des nächstjährigen Vermehrungsbeetes. Die Samen der übrigen Pflanzen des Beetes gelangen in den Handel.

Praktisch wird auf diese heute allgemein übliche Weise erreicht, daß die im Handel käuflichen Samen im allgemeinen wenigstens zu etwa 75 % die gewünschte Sorte ergeben. Samen von Sorten, die vorwiegend auf rezessiven Eigenschaften beruhen, fallen bei

dieser Anbauweise zu einem größeren Prozentsatz sortenecht als Samen von Sorten, die vorwiegend dominante Eigenschaften haben, das zeigt jede Aussaat von Handelssaatgut sehr schön. Dies rührt daher, daß in den Vermehrungsbeeten bei den „rezessiven" Sorten alle F_1-Bastarde an ihrer abweichenden Form oder Farbe schon erkannt und ausgerissen werden, während in den dominanten Sorten die F_1-Bastarde großenteils gar nicht erkannt werden, stehen bleiben und meist verhältnismäßig mehr Samen geben als die „reinen" Pflanzen. Auch das ist ja eine in den Samenzüchtereien ziemlich bekannte Tatsache, nur ist wohl kaum ein Züchter heute sich über ihre Ursachen klar, meist wissen die Gärtner nur, daß die eine Sorte sich leichter, die andere schwieriger rein halten läßt.

Wirklich reine sortenechte Samen liefert also das heute übliche Verfahren der Samengewinnung nicht. Solange aber die Abnehmer mit diesem geringen Grad der Reinheit zufrieden sind, kann trotzdem dieses sehr einfache und billige Verfahren beibehalten werden.

Es ist aber ohne allzu große Mehrkosten möglich, eine viel größere Sortenechtheit der in den Handel gelangenden Samen zu erzielen:

Wenn man die Pflanzen, die für den Züchter selbst das Saatgut für das nächste Jahr liefern sollen, d. h. die „Elitepflanzen", die Träger der „Selbstsaat" oder wie sonst die verschiedenen Fachausdrücke lauten, nicht bloß markiert, sondern kurz vor oder unmittelbar nach[1]) dem Öffnen der ersten Blüten eintopft und in einem gegen Insekten geschützten Raum (Gewächshaus mit eingesetzten Gazefenstern) ohne vorherige Kastration gegenseitig[2]) bestäubt, was in einigen Minuten geschehen ist, dann bekommt man eine Saat für das nächstjährige eigene Vermehrungsbeet, die keine F_1-Bastarde, sondern nur rein die betreffende Sorte gibt, und wenn man diese Vermehrungsbeete nicht in länglicher, sondern in quadratischer Form anlegt und stets die einzelnen Sorten all-

[1]) Wobei aber die schon offenen Blüten entfernt werden müssen.

[2]) Man nimmt als Samenträger für die „Selbstsaat" nicht bloß eine, sondern mehrere Pflanzen und bestäubt sie gegenseitig, um so die bei vielen Löwenmaulsorten sehr auffällige Wirkung der Inzuchtsdegeneration auszuschalten.

seitig durch Beete anderer Pflanzensorten isoliert, dann bekommt man Handelssaatgut mit weit über 90 % Reinheit. Ein solches Gartenstück würde etwa aussehen, wie es in Fig. 10 dargestellt ist.

Antirrhinum Sorte 1	*Mimulus* Sorte 1	*Antirrhinum* Sorte 2	*Mimulus* Sorte 2
Petunia Sorte 1	*Aster* Sorte 1	*Petunia* Sorte 2	*Aster* Sorte 2
Antirrhinum Sorte 3	*Mimulus* Sorte 3	*Antirrhinum* Sorte 4	*Mimulus* Sorte 4
Petunia Sorte 3	*Aster* Sorte 3	*Petunia* Sorte 4	*Aster* Sorte 4

Fig. 10. Plan eines Stückes aus einem Zuchtgarten mit 4 Pflanzenarten, die sich gegenseitig isolieren.

2. Gewinnung von Neuheiten

Ist das heute übliche Verfahren zur Reinerhaltung des Sortiments wenn auch nicht gerade ideal aber doch noch leidlich brauchbar, so kann man das von den heute allgemein üblichen Methoden zur Gewinnung von Neuheiten nicht sagen, sie sind großenteils falsch.

„Neuheiten" gehen heute zum größten Teil darauf zurück, daß in irgend einer alten Sorte abweichende Pflanzen zufällig gefunden werden, die irgend eine schätzenswerte neue Eigenschaft aufweisen. Diese Pflanzen, die in der großen Mehrzahl Bastarde, entweder F_1-Pflanzen oder F_2-, F_3- usw. Spaltungsprodukte sind, werden markiert, blühen aber im übrigen frei ab. Ihre Samen werden gesondert geerntet und geben, wie nicht anders zu erwarten, fast stets eine bunt gemischte Nachkommenschaft, in welcher der mütterliche Typ mehr oder weniger häufig vertreten ist. Auch hier werden alle nicht passenden Pflanzen aus dem Beete ausgerissen. Wenn es sich bei der erstrebten Neuheit im wesentlichen

um einen rezessiven Typ handelt, gelingt es im Laufe von drei und mehr Jahren meist, den neuen Typ so weit konstant zu bekommen, wie auch die übrigen heutigen Handelssorten konstant sind. Handelt es sich um dominante Typen, so dauert es meist eine ganze Reihe von Jahren, ehe die genügende Konstanz erreicht wird, oft gelingt das überhaupt nicht, und die Züchtung wird als aussichtslos aufgegeben.

Daß dieses ganze Vorgehen, welches nur eine Massenauslese darstellt, falsch ist, braucht nach dem früher Besprochenen wohl nicht mehr näher begründet zu werden.

Richtig ist folgendes Verfahren:

Die zufällig gefundene abweichende Pflanze wird entweder im Freien gebeutelt und durch den eigenen Blütenstaub befruchtet, oder man kann auch die Pflanze eintopfen und im Glashause weiterziehen und selbstbefruchten. Die Selbstbefruchtung geschieht bei *Antirrhinum* einfach dadurch, daß man vorsichtig die Unterlippe der Blüte an der Oberlippe hin und her reibt, wodurch Blütenstaub in Menge auf die Narbe gelangt.

Die aus den so erhaltenen Samen von solchen abweichenden Pflanzen erwachsene Nachkommenschaft ergibt fast immer[1]) eine bunte Spaltung. Aus dieser Generation wird eine Anzahl (etwa 20—30) Individuen, welche wie die Mutterpflanze beschaffen sind, oder sonst aus irgend einem Grunde gefallen, gebeutelt und selbstbefruchtet. Von jeder wird dann die nächste Generation, etwa 50 Individuen stark, getrennt herangezogen und dabei zeigt sich, daß von den 20—30 herausgegriffenen Pflanzen die meisten stark heterozygotisch waren, aber öfters sind einige von diesen Nachkommenschaften schon ganz einheitlich und man braucht dann bloß aus zwei[2]) solchen einheitlichen Beeten sich je 2—3 kräftige Pflanzen als Samenträger zu isolieren und so weiter zu behandeln, wie auch sonst die Samenträger der alten Sortimentssorten (S. 88). Hat keine der herausgegriffenen 20—30 Einzelpflanzen eine konstante Nachzucht ergeben, dann nimmt man aus den beiden

[1]) Eben nur in den wenigen Fällen nicht, wo die abweichende Pflanze nicht aus einer Kreuzung herrührt, sondern aus einer Mutation.

[2]) Man nimmt auch hier die Samenträger wenn irgend möglich aus zwei verschiedenen Beeten, um die Inzuchtswirkung auszuschalten.

„Familien“, welche am wenigsten bunt zusammengesetzt sind, deren Mutterpflanzen also am wenigsten heterozygotisch waren, wieder etwa 20—30 Einzelpflanzen, beutelt und selbstet sie und zieht die Nachkommenschaften getrennt heran. Man wird dann fast immer auch einige konstante Pflanzen finden.

Außer aus zufällig gefundenen abweichenden Typen lassen sich Neuheiten auch aus absichtlich vorgenommenen Kreuzungen züchten. Bei den Löwenmäulchen ist das allerdings bisher sehr viel weniger der Fall gewesen als bei anderen Zierblumen, z. B. *Begonia*, *Cyclamen*, *Pelargonium* usw., bei denen schon seit langer Zeit sehr viele künstliche Kreuzungen vorgenommen worden sind.

Der Grundgedanke bei allen diesen Kreuzungen der Blumenzüchter ist ursprünglich immer der, daß zwei Eigenschaften, die bisher getrennt in zwei verschiedenen Sorten vorkommen, in einer Sorte vereinigt werden sollen; weiterhin hat man aber auch schon seit langer Zeit Kreuzungen einfach so „ins Blaue hinein“ gemacht, um überhaupt neue Typen als Auslesematerial zu bekommen. Sehr viele solcher Kreuzungen wurden früher und werden auch heute noch oft als aussichtslos aufgegeben, weil nicht die F_1-Pflanzen schon die gewünschten Neuheiten darstellen. Daß meist erst die F_2-Generation die gewünschten Neukombinationen ergibt, ist eben leider auch heute noch immer vielen Gärtnern unbekannt.

Wie man bei einer Kombinationszüchtung bei Löwenmäulchen vorgehen muß, ist wohl nach dem bisher Besprochenen ohne weiteres klar und sei deshalb nur ganz kurz an einem Beispiel gezeigt: Nehmen wir an, wir hätten unter den hochwüchsigen Sorten eine satt rubinrote Blütenfarbe, aber im Sortiment der *nanum-Antirrhinum* fehle diese Farbe noch. Man kreuzt deshalb ein schwarzrotes *nanum-Antirrhinum* mit einem hohen rubinroten. Man kastriert zu diesem Zwecke eine noch geschlossene, aber unmittelbar vor dem Öffnen stehende Blüte, indem man entweder von unten die Röhre aufschlitzt, um die Antheren herausholen zu können, oder indem man vorsichtig die Blüte öffnet und von oben her die Antheren entfernt, ohne daß sie dabei aufspringen. Die Bestäubung mit dem Pollen der andern Sorte kann sofort hinterher vorgenommen werden. Selbstverständlich muß die Blüte vor

Insektenbesuch durch eine Beutelung geschützt werden. Die F_1-Bastarde werden in diesem Falle alle[1]) schwarzrot, ziemlich hochwüchsig und etwas buschig verzweigt sein, also gerade nicht die gewünschte Neuheit darstellen.

Einige dieser F_1-Pflanzen werden untereinander bestäubt, und aus den so erhaltenen Samen wird eine 300—500 Pflanzen starke F_2-Generation gezogen. Diese Generation zeigt eine sehr verwickelte Aufspaltung in Hinsicht auf die Wuchsform und eine sehr einfache Spaltung in der Blütenfarbe. $^3/_4$ aller F_2-Pflanzen werden satt schwarzrote, $^1/_4$ rubinrote Blütenfarbe haben. Die Spaltung in Wuchsformen ist so bunt, daß ein nicht ganz besonders durch lange Erfahrung für diese Dinge geschärftes Auge überhaupt nur eine lange fließende Reihe von Formen, von schlanken hochwüchsigen bis herab zu ganz typischen buschigen *nanum*-Pflanzen erkennen wird. Typische *nanum*-Pflanzen werden nur in der Häufigkeit von etwa 1 unter 64 vorhanden sein. Da, wie wir eben gehört haben, von vier Pflanzen drei schwarzrote und nur eine rubinrote Blüten haben, ist somit zu erwarten, daß nur eine unter 256 F_2-Pflanzen die gewünschte Kombination rubinrote Blüte bei *nanum*-Wuchs darstellt. Allerdings wird dafür auch, weil es sich hier um die ganz rezessive Kombination handelt (S. 33), jede Pflanze, die so aussieht, konstant diese Eigenschaften weiter vererben.

Will man nicht von vorneherein eine durch Inzucht geschwächte Sorte haben, so tut man gut, die F_2-Generation in wenigstens 2—3mal 256, d. h. etwa 800 Individuen heranzuziehen, man wird dann mehrere Pflanzen des gewünschten Typs finden und kann diese dann gegenseitig bestäuben.

Wenn man nicht, wie in unserm Beispiel, eine ganz rezessive Kombination züchten will, sondern eine mit mehreren dominanten Eigenschaften, dann müssen aus der F_2-Generation eine ganze Anzahl Pflanzen, welche diese Kombination darstellen, geselbstet werden. Man zieht dann von jeder die nächste Generation heran, stellt fest, welche homozygotisch ist, und zieht dann

[1]) Vorausgesetzt, daß die Ausgangspflanzen konstant in den Eigenschaften ihrer Sorte waren.

die neue Sorte durch Kreuzung zweier verschiedener so isolierter konstanter Sippen, so wie wir das jetzt schon öfters besprochen haben.

3. Beispiel. Mais

Der Mais ist „einhäusig“, jede Pflanze trägt männliche und weibliche Blüten und zwar verteilt auf zweierlei Ähren. Die weiblichen Ähren stellen die jungen seitlich am Stengel sitzenden Kolben dar, aus denen oben die dicken Büschel der langen fadenförmigen Narben hervorragen, die männlichen Ähren sitzen am Ende der Halme.

Der Blütenstaub fliegt sehr leicht und sehr weit, die Fortpflanzung erfolgt überwiegend aus Fremdbefruchtung. Man kann aber Mais künstlich auch ausschließlich mit eigenem Pollen bestäuben, wenn man durch räumliche Isolierung oder durch sehr sorgfältige Beutelung eine Fremdbestäubung verhindert. Zur Bestäubung mit eigenem Pollen nimmt man eine stark stäubende männliche Ähre und läßt ihren Blütenstaub durch leichtes Erschüttern auf das Narbenbüschel fallen.

Die durch Selbstbefruchtung erhaltenen Pflanzen zeigen sehr starke Inzuchtsdegeneration, fast so stark, wie in dem auf Tafel VI abgebildeten Grünkohlbeispiel. Das Inzuchtsminimum (vgl. S. 51) wird sehr bald erreicht, und die ingezüchteten Stämme sind in diesem Minimumzustand im allgemeinen noch lebens- und fortpflanzungsfähig.

Man kann also beim Mais durch eine regelrechte Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft aus jedem Feldbestand einer „Sorte“ (Sorte = ein buntes Gemisch von vielerlei sehr stark heterozygotischen Individuen) eine große Zahl von sehr weit konstanten einheitlichen Sippen herauszüchten, sie miteinander vergleichen und die Sippen mit besonders guten Eigenschaften behalten. Für den Anbau sind aber alle diese Stämme nicht lohnend, weil sie infolge der Inzucht viel zu wenig üppig, oft geradezu zwergig sind und einen völlig ungenügenden Ertrag abwerfen.

Ein in Amerika ausgebildetes Züchtungsverfahren baut sich nun aber auf der Beobachtung auf, daß die Kreuzung zweier

durch Inzucht geschwächter Sippen sofort wieder hochwüchsige kräftige Pflanzen liefert. Man probiert deshalb aus, welche von den isolierten Inzuchtstämmen bei der Kreuzung die besten und ertragreichsten F_1-Pflanzen geben. Hat man das mit Hilfe einer sehr großen Zahl von Kreuzungen festgestellt, dann behält man weiterhin nur diese beiden Stämme und zieht künftig das Saatgut für den Eigenbedarf und für den Verkauf in folgender Weise:

Man legt sich möglichst weit voneinander entfernt zwei Zuchtgärten an, Zuchtgarten I und II. In beiden Zuchtgärten sät man reihenweise nebeneinander die beiden Stämme (die **A** und **B** heißen mögen) aus, so wie das in Fig. 11 dargestellt ist. Vor dem

Zuchtgarten I	Zuchtgarten II
Reihe **A.** Pflanzen alle kastriert	Reihe **A.** Pflanzen nicht kastriert
Reihe **B.** Pflanzen nicht kastriert	Reihe **B.** Pflanzen alle kastriert
Reihe **A.** Pflanzen alle kastriert	Reihe **A.** Pflanzen nicht kastriert
Reihe **B.** Pflanzen nicht kastriert	Reihe **B.** Pflanzen alle kastriert
usw.	usw.

Fig. 11.

Aufblühen entfernt man in dem Zuchtgarten **I** an allen **A**-Pflanzen alle männlichen Ähren und im Zuchtgarten **II** an allen **B**-Pflanzen.

Das hat zur Folge, daß im Zuchtgarten **I** alle **A**-Pflanzen nur von **B**-Pollen bestäubt werden, d. h. alle im Zuchtgarten **I** von den **A**-Pflanzen geernteten Kolben geben nur Bastardsamen, dagegen die Kolben von den **B**-Pflanzen geben nur reine Samen der Sorte **B**. Ganz entsprechend geben im Zuchtgarten **II** die Kolben von den **B**-Pflanzen nur Bastardsamen und die Kolben von den **A**-Pflanzen Samen der reinen Sorte **A**. Man erntet deshalb die **A**-Reihen aus Zuchtgarten **I** und die **B**-Reihen aus Zuchtgarten **II** zusammen und verkauft diese Samen als Saatgut, diese Samen liefern ja alle die großen, kräftigen, ertragreichen F_1-Pflanzen. Die **B**-Reihen aus Zuchtgarten **I** und die **A**-Reihen aus Zuchtgarten **II** werden jede für sich geerntet, und mit den so erhaltenen Samen der beiden reinen Stämme legt der Züchter im nächsten Jahre sich wieder seine beiden Zuchtgärten an.

Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, daß der Käufer aus den F_1-Samen einen sehr ausgeglichenen und ertragreichen Feldbestand erhält, es hat ferner für den Züchter den Vorteil, daß diese Sorte von andern nicht nachgebaut werden kann, denn so ausgeglichen die F_1-Generation ist, so bunt ist die Nachkommenschaft dieser F_1-Pflanzen. Das Saatgut muß also alljährlich vom Züchter gekauft werden.

Wie weit sich dieses bisher erst in kleinem Umfange angewendete Züchtungsverfahren auch für die Saatguterzeugung im großen Maßstabe eigene, muß freilich erst noch erprobt werden. Das sei hier ganz ausdrücklich betont.

Die größte Schwierigkeit scheint darin zu liegen, daß es ungemein schwierig ist, festzustellen, welche Inzuchtsstämme die besten Eigenschaften haben. Ihnen ansehen kann man es nicht, weil die Inzuchtsdegeneration sie zu sehr geschwächt hat, und es ist auch nicht ein Stamm, der im Inzuchtsminimum relativ der beste ist, auch der beste außerhalb des Inzuchtszustandes![1]

Es bleibt also nur übrig, eine sehr große Zahl von Stämmen gewissermaßen auf gut Glück hin zu isolieren unter Berücksichtigung natürlich aller morphologischen Eigenschaften, die auch im Inzuchtszustand erkennbar bleiben, und dann durch ein großes System von Kreuzungen festzustellen, welche Kombination von zwei Stämmen die beste F_1-Generation ergibt.

Auch für manche andere Kulturpflanzen, so vor allem für den Tabak, läßt sich dieses Verfahren mit einigen durch den andern Bau der Blüten und die andere Bestäubungsweise bedingten Abänderungen verwenden. Beachtung und Prüfung in der Praxis verdient es sicherlich.

---

[1]) Für Züchtung auf Frühreife wird sich dieses Verfahren aber wohl verwenden lassen. Stämme, die im Inzuchtsminimum relativ frühreif sind, sind, soweit meine allerdings bei andern Pflanzen gesammelten Erfahrungen gehen, frühreif auch außerhalb des Inzuchtszustandes.

4. Züchtung von Kulturpflanzen, die sich regelmäßig durch Fremdbefruchtung fortpflanzen und entweder wegen völliger Selbststerilität, Geschlechtstrennung u. dergl. überhaupt nicht durch künstliche Selbstbefruchtung vermehrt werden können, oder doch bei Selbstbefruchtung eine so starke Inzuchtsdegeneration oder eine an Zahl so geringe Nachkommenschaft aufweisen, oder so schwer zu isolieren sind, daß eine Selbstbestäubung sich im praktischen Zuchtbetrieb nicht durchführen läßt

1. Beispiel. Roggen

In der Roggenblüte sitzen zwar beiderlei Geschlechtsorgane nebeneinander, aber der Roggen ist — allerdings in seinen verschiedenen Sorten und Stämmen sehr ungleich stark — doch soweit selbststeril, daß Fremdbefruchtung die Regel ist.

Jede Roggenpflanze eines Feldbestandes kann somit ohne weiteres als in sehr vielen Erbfaktoren heterozygotisch angesehen werden, und jede Pflanze verkörpert im allgemeinen wieder eine andere Kombination von Erbfaktoren. Jeder Roggenfeldbestand stellt also, auch wenn er auf den ersten Anblick leidlich einheitlich aussieht, doch ein sehr vielgestaltiges Ausgangsmaterial für eine Züchtung dar.

Die züchterische Verbesserung einer solchen Ausgangssorte besteht darin, daß man aus diesem Gemisch sich einen Stamm herausholt, der möglichst homozygotisch in einer Anzahl praktisch wichtiger guter Eigenschaften ist. Der Weg hierzu ist auch hier wieder eine Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft.

Man wähle wiederum aus dem Feldbestand nach dem Augenschein — ohne viel Messen und Wägen! — eine große Zahl — nicht unter 50 — Roggenpflanzen aus, die so beschaffen sind, wie man die Sorte gerne hätte. Von jeder Pflanze werden die Körner gesondert geerntet und auf einem gesonderten Beet im Zuchtgarten[1]) in der jetzt schon oft geschilderten Weise ausgelegt.

---

[1]) Der am besten für den Anfang weitab von Roggenfeldern angelegt wird.

Hierbei muß man sich aber von Anfang an darüber klar sein, daß es sich hier um eine Individualauslese nur hinsichtlich der Mutter handelt. Der „Vater“ für die Samen aller ausgesuchter Einzelpflanzen ist eine unbekannte Größe, eben das „undefinierbare Gemisch des über dem betreffenden Roggenfeld zur Blütezeit herumschwebenden Blütenstaubes“. Man kann aber mit einer gewissen Sicherheit voraussetzen, daß diese unbekannte Größe für alle ausgesuchte Einzelpflanzen die gleiche ist, d. h. daß im wesentlichen alle diese Einzelpflanzen durch ein ziemlich gleichartiges Pollengemenge befruchtet worden sind. Wenn also die Nachkommenschaften der Einzelpflanzen ungleich wertvoll sind, so ist das die Folge des ungleichen Wertes der Mutterpflanzen. Man kann daher — trotz des unbekannten Vaters — feststellen, welche von den 50 Einzelpflanzen erblich am besten veranlagt ist, und damit ist ja schon sehr viel gewonnen.

Die 50 Naehkommenschaften werden genau beobachtet, Beete, die sich schon im Frühjahr als unterdurchschnittlich erweisen, etwa zu einem sehr großen Prozentsatz ausgewintert sind, oder die weiterhin einen starken Befall durch Pilzkrankheiten zeigen, sich unterdurchschnittlich bestocken usw., werden, sobald der Fehler erkennbar ist, geräumt. Es ist natürlich sehr wesentlich, daß schon vor der Roggenblüte die minderwertigen Beete geleert sind. Nur die einwandfreien Beete bleiben stehen, blühen frei ab, und man beurteilt vor und nach der Ernte, die für jedes Beet getrennt erfolgen muß, den Wert der erhalten gebliebenen Nachkommenschaften. Aus den 2—3 besten Beeten werden nun wieder eine Anzahl — etwa 50 im ganzen — besonders schöne Pflanzen ausgewählt, und von jeder wird die Nachkommenschaft wieder im Zuchtgarten auf einem eigenen Beet ausgesäet, genau so, wie im Vorjahre auch. Im nächsten Sommer erfolgt die Selektion wieder in der geschilderten Weise. Auf diesem Wege läßt sich in 2—3 Jahren eine sehr weitgehende Gleichmäßigkeit in den erstrebten Eigenschaften erzielen. Dieser Erfolg rührt daher, daß man 1. durch Individualauslese mit Nachkommenschaftsbeurteilung immer nur erblich bestveranlagte Mutterpflanzen auswählt und daß 2. im Zuchtgarten der „gemeinsame Vater“ aller dort blühenden Pflanzen nicht das Pollengemisch des Feldbestandes ist, sondern

auch ein im Durchschnitt schon besseres Gemisch, eben im ersten Jahre nur Blütenstaub von den erhalten gebliebenen Nachkommenschaften der ausgewählten 50 Einzelpflanzen und in den späteren Jahren nur Blütenstaub von den jetzt schon einigermaßen rein gezüchteten besten Stämmen.

Selbstverständlich wird eine völlige Konstanz, d. h. eine völlige Homozygotie der Zuchtrasse auf diesem Wege nicht erreicht. Es ist deshalb auch erforderlich, dauernd in dieser Weise, jahraus, jahrein zu selektieren.

Der Züchter entnimmt also alljährlich aus den drei besten Beeten[1]) des Zuchtgartens die etwa 50 besten Einzelpflanzen und säet deren getrennt geerntete Samen im Zuchtgarten auf getrennten Beeten aus, um damit seine Zucht fortzusetzen. Die übrigen Pflanzen der drei besten[2]) Beete erntet er zum Zweck der Vermehrung dieser drei Stämme für feldmäßige Prüfung[3]) und für spätere Erzeugung größerer Saatgutmengen für den Verkauf. Die erste Absaat dieser drei Beete wird am besten jeweils noch im Zuchtgarten untergebracht, um die bei solchen kleinen Parzellen besonders gefährliche Fremdbestäubung mit anderem minderwertigem Roggenpollen zu verhindern.

Die weitere Vermehrung erfolgt am besten im Feldbestand, aber dabei muß das betreffende Stück entweder weitab von andern Roggenfeldern liegen, was in Praxis kaum je durchführbar ist, oder aber man muß um diese ersten Vermehrungsfelder herum wenigstens einen breiten Kranz von ebenfalls schon hochgezüchteten Roggenaussaaten anbringen, d. h. um die ersten Vermehrungsfelder herum die zweite Vermehrung legen.

Ist ein Zuchtbetrieb erst einmal soweit gediehen, daß überhaupt nur noch hochgezüchtetes Saatgut, d. h. nur zweite bis dritte Vermehrung der besten Stämme angebaut wird, dann kann schon der Zuchtgarten selbst, wenn irgend welche andere Gründe dafür

---

[1]) d. h. den drei besten Nachkommenschaften der ausgewählten Einzelpflanzen des Vorjahres.

[2]) Nur von einem Beete auszugehen, also nur eine „Familie“ zu vermehren, ist wegen der zwar nicht großen, aber doch immerhin bestehenden Gefahr zu enger Verwandtschaftszucht nicht ratsam.

[3]) Nach dem S. 74 geschilderten Verfahren.

sprechen[1]), auf das Feld verlegt werden, kann mit dem Roggen in der Fruchtfolge mitwandern. Um den Zuchtgarten herum würde dann die erste, um diese herum die zweite usw. Vermehrung gelegt.

Da die heute vorwiegend angebauten Roggenfeldbestände zum allergrößten Teil schon Züchtungsprodukte sind — vor allem Petkuser Stämme haben ja eine ungeheuere Verbreitung —, und da eigentliche Landsorten leider sehr selten geworden sind, kommt als Ausgangsmaterial für eine Neuzüchtung auch schon eine Roggenkreuzung in Frage. Auch die am meisten durchgezüchteten heutigen Roggensorten sind zwar noch immer so heterozygotisch, daß es möglich ist, aus jeder von ihnen eine große Zahl sehr verschieden aussehender und sehr ungleich wertvoller Stämme herauszuzüchten, aber trotzdem ist für eine Neuzüchtung ein noch ungleichartigeres Ausgangsmaterial oft erwünscht. Ein solches buntes Auslesematerial liefert aber jede Roggenkreuzung.

Für praktische Zwecke empfiehlt es sich, die Kreuzung einfach dadurch vorzunehmen, daß man in einen größeren Bestand einer Sorte eine kleine Anzahl Pflanzen der andern damit zu kreuzenden Sorte hineinpflanzt, oder in Töpfen gezogene Pflanzen hineinstellt. Man kann dann darauf rechnen — gleichzeitiges Blühen[2]) vorausgesetzt! — daß fast alle auf den einzelnen Pflanzen der zweiten Sorte gebildeten Samen aus Bestäubung durch Blütenstaub der zweiten Sorte herrühren. Man säet diese Bastardsamen auf einem Beet für sich, möglichst weitab von andern Roggenfeldern[3]) und hält ebenso auch noch die in möglichst großer Individuenzahl zu ziehende nächste (F_2-)Generation möglichst isoliert. Man kann

---

[1]) Ob man lieber einen „festen“ Zuchtgarten in der Nähe der Gebäude oder lieber einen „wandernden“ Zuchtgarten anlegt, hängt von der ganzen Art des Betriebes, von Sperlingsfraß, Bodenbeschaffenheit usw. ab. Diese Frage muß in jedem Falle besonders entschieden werden.

[2]) Handelt es sich um Sorten mit sehr verschiedener Blütezeit, so muß man ungleiche Aussaatzeit oder noch besser Topfkultur anwenden. An Topfpflanzen kann man die Blütezeit sehr weit verschieben.

[3]) Geht das nicht, dann säet man entweder viel früher oder viel später als den übrigen Roggen, oder sorgt sonstwie dafür, daß dieses Beet nicht gerade während der Haupt-Roggenblüte aufblüht.

mit dieser F_2-Generation als Ausgangsmaterial sofort eine Individualauslese beginnen, so wie wir sie eben besprochen haben, es ist aber empfehlenswerter, diesen Bastardroggen zunächst einige Jahre feldmäßig unter den Verhältnissen und auf den Bodenarten anzubauen, für welche man die neue Roggensorte züchten will, damit die natürliche Zuchtwahl zur Geltung kommt.

Ein weiterer Weg für die Züchtung, an welchen man beim Roggen denken könnte, beruht darauf, daß die Selbststerilität und wohl auch der Grad der Inzuchtswirkung bei den einzelnen Roggenstämmen sehr verschieden stark sind. Es wäre vielleicht möglich, durch konsequente Zuchtwahl autogame Roggensorten zu gewinnen und so zu ebenso konstanten Zuchtrassen zu gelangen, wie wir sie bei Weizen, Gerste und Hafer besitzen. Für die allgemeine Praxis kommt dieser Weg der Roggenzüchtung aber heute noch nicht in Frage.

2. Beispiel. Zuckerrübe[1])

Die ganze Fortpflanzungsbiologie der Zuckerrübe stimmt mit der des Roggens im wesentlichen überein, dementsprechend ist auch der Weg der Züchtung sehr ähnlich.

Die Zuckerrübe ist beim freien Abblühen überwiegend ein Fremdbefruchter[2]), es ist aber, und zwar im allgemeinen leichter als beim Roggen, möglich, Samen aus Selbstbestäubung zu erhalten. Wie weit hierbei eine Inzuchtsdegeneration erfolgt, ist nicht genau untersucht. Daß eine Degeneration erfolgt, ist aber kaum mehr zweifelhaft.

Es wäre somit wohl möglich, durch strengste Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft aus selbstbefruchteten Rüben zu konstanten Rübenstämmen zu gelangen. Die Inzuchtsdegeneration könnte dabei analog wie bei Mais (Seite 94) wieder nachträglich behoben werden, indem man die besten 2—3 Stämme schließlich wieder kreuzt. Für die praktische

---

[1]) Alles für die Zuckerrübe Gesagte gilt mutatis mutandis auch für die Futterrüben, die roten Salatrüben (rote Beete) und den Mangold.

[2]) Einzelne unter Runkelrüben gepflanzte Zuckerrüben geben fast nur Bastardsamen.

Züchtung ist dieser Weg noch nicht gangbar, weil durchaus nicht gesagt ist, daß Rübenstämme, die im Inzuchtszustand relativ hochwertig sind, auch nach Beseitigung der Inzuchtswirkung relativ hochwertig sind. Es wäre aber dringend erwünscht, daß diese Fragen in einem oder in einigen unserer großen Zuchtbetriebe eingehend untersucht würden.

Bis dahin muß für den Rübensamenbau unbedingt an dem bisher allgemein üblichen Verfahren der Auslese nach Mutterpflanzen festgehalten werden.

Der Grundgedanke ist ähnlich wie beim Roggen der, daß sozusagen alle Rübenpflanzen eines Feldbestandes mit dem **gleichen** Blütenstaub befruchtet werden, eben mit der Wolke von bunt gemischtem Blütenstaub, die zur Blütezeit über dem Samenrübenfeld schwebt. Wenn von 100 einzelnen ausgewählten, durchweg mit dem gleichen Blütenstaubgemenge befruchteten Rübenpflanzen einige eine wesentlich bessere Nachkommenschaft liefern als die andern, so kann dies nur daran liegen, daß diese paar Mutterpflanzen in ihrer erblichen Veranlagung entsprechend besser waren, als die übrigen. Wenn man dann innerhalb dieser besten Familien die Selektion nach Mutterpflanzen fortsetzt und dafür sorgt, daß ebenfalls nur Rüben aus diesen besten Familien das Pollengemisch für die Bestäubung liefern, so muß eine solche Selektion langsam aber sicher zu einer gewissen Konstanz der gewünschten guten Eigenschaften führen.

Um dieses Ziel zu erreichen, geht man in der Praxis am besten folgendermaßen vor: Aus dem Feldbestand werden 100 nach Form, Gewicht, Zuckergehalt usw. hervorragende Rüben in der üblichen Weise herausgesucht. Je größer das hierzu durchmusterte Material ist, desto besser ist es.

Diese 100 besten Rüben werden im nächsten Jahre in einem geschlossenen Komplex ausgepflanzt, entweder weitab von irgend welchen andern Samenrüben[1]), oder wenn das nicht möglich ist, dann wenigstens nur benachbart von selbst schon hochgezüchteten Zuckerrüben. Man erreicht auf diese Weise, daß

[1]) Futterrüben, Salatrüben, Mangold dürfen sellbstverständlich erst recht nicht in der Nähe blühen!

die ausgewählten 100 Rübenpflanzen nicht von dem allgemeinen Pollengemenge, sondern von einem *überdurchschnittlich* guten Pollengemenge befruchtet werden. Der „gemeinsame Vater" aller Nachkommen dieser 100 Auswahlrüben ist also auch schon ein besonders *guter* Vater.

Von jeder von diesen 100 Auswahlrüben werden nunmehr die Samen *gesondert* geerntet und im nächsten Jahre *gesondert ausgesäet*. Am besten zieht man von jeder Mutterrübe eine Nachkommenschaft von 100 Rüben heran. Um Ungleichheiten des Versuchsfeldes auszuschalten, ist es zweckmäßig, die Samen je einer Mutterrübe in einer *Reihe* auszulegen und diesen Reihenanbau in der üblichen Weise (vergl. S. 60) *mehrfach* sich wiederholen zu lassen.

Jede Nachkommenschaft einer Mutterrübe, oder wie wir weiterhin sagen wollen, jede einzelne von diesen 100 „Familien" wird im Herbst gesondert geerntet und durchsucht, und es wird festgestellt, welche von den 100 *Familien* die *durchschnittlich beste* ist, d. h. *durchschnitlich* die beste Form, das beste Gewicht, den besten Zuckergehalt, die wenigsten Schosser usw. hat, und dabei in sich am *ausgeglichensten* ist.

Nur die so gefundenen 5 besten *Familien* werden behalten, alle andern werden ausgemerzt, d. h. wandern in die Zuckerfabrik. Besonders gute *Einzelrüben* aus den andern im *Durchschnitt* weniger guten Familien machen außer in ganz besondern Fällen hiervon *keine Ausnahme*, werden ebenfalls ausgeschieden.

Aus *jeder* von den 5 besten Familien werden die 20 besten Einzelrüben ausgesucht, also insgesamt wieder 100 Rüben und im nächsten Jahre werden davon wieder 100 Familien gezogen und durchgeprüft usw., ganz wie es eben für das erste Jahr besprochen wurde. Die übrigen Rüben der 5 besten Familien und ebenso überschüssige Samen von den 100 Auswahlpflanzen selbst dienen zur Vermehrung und weiterhin zur Erzeugung des Verkaufssaatgutes.

Ob man bei der Erzeugung des Verkaufssaatgutes eine „Stecklings"-Generation einschaltet oder nicht, ist eine rein wirtschaftliche Frage. Daß auch *Rübenstecklinge*, d. h. Kümmerlinge, die aber

im zweiten Jahre in genügendem Abstande ausgepflanzt und gut ernährt kräftige und gesunde Samenträger sind, ebenso gut die Eigenschaften der Rasse weiter vererben wie schon im ersten Jahr gut genährte Pflanzen, haben wir ja schon früher besprochen (Seite 9).

3. Beispiel. Rotkohl[1])

Auch Rotkohl ist im wesentlichen ein Fremdbefruchter. Selbstbestäubung erfolgt daneben auch in sehr wechselnder Häufigkeit, aber Nachkommen aus Selbstbefruchtung zeigen eine sehr ausgesprochene Inzuchtsdegeneration. Mehrere Generationen lang eine Rotkohlsippe nur durch Selbstbestäubung fortzupflanzen, ist kaum möglich[2]). Die verschiedenen Sorten zeigen zwar auch in ihrer Inzuchtsempfindlichkeit deutliche Unterschiede, aber im allgemeinen ist doch wohl die Möglichkeit, durch konsequente Inzucht zu konstanten Typen zu gelangen, ausgeschlossen. Abgesehen davon, daß die Pflanzen infolge von Selbstbefruchtung während mehrerer aufeinander folgender Generationen steril werden, werden sie auch gerade in den praktisch wichtigen Eigenschaften stark verändert, bilden z. B. keine richtigen „Köpfe“ mehr aus. Eine Selektion auf Kopfform, guten Schluß der Köpfe usw. ist also mit Inzuchtsmaterial gar nicht möglich.

Somit bleibt für die Kohlzüchtung auch nur der Weg offen, den wir für die Rüben vorhin besprochen haben. Wir werden aus einem großen Bestand die 100 besten Pflanzen aussuchen, überwintern und im nächsten Jahre in einem geschlossenen Komplex möglichst isoliert von andern blühenden Kohlpflanzen offen abblühen lassen. Auch hier werden wie bei den Rüben diese 100 Pflanzen sich untereinander bestäuben, und jede Pflanze wird ungefähr durch das gleiche Pollengemenge bestäubt. Die Samen jeder Pflanze werden für sich geerntet, und ebenso wird im nächsten Jahre die Nachkommenschaft jeder Pflanze gesondert

---

[1]) Grünkohl, Weißkohl, Kohlrabi, Futterkohl verhalten sich ebenso. Blumenkohl zeigt bei freiem Abblühen zwar etwas mehr Selbstbefruchtung, leidet aber auch deutlich unter Inzucht, so daß er ebenfalls nach dem Beispiel des Rotkohl züchterisch bearbeitet werden muß.

[2]) Mir ist es nie gelungen, mehr als drei Inzuchtsgenerationen aus Selbstbefruchtung zu erhalten.

gehalten — am besten Reihenpflanzung mit 2—3 maliger Wiederholung der Reihen. Man wird, ganz dem bei den Rüben Gehörten entsprechend, auch hier finden, daß die so erhaltenen 100 Nachkommenschaften oder „Familien“ sehr ungleich gut sind. Man wird weiterhin nur aus den 5 besten Familien je 20 besonders schöne Pflanzen als Samenträger auswählen usw. Kurzum, man wird genau nach dem Schema der Rübenzüchtung vorgehen.

Daß heute in der Praxis des Kohlsamenbaues meist noch nicht so verfahren wird, sondern daß man die Samen der Auswahlpflanzen (Elitepflanzen — Selbstsaatträger usw.) nicht nach Pflanzen getrennt, sondern durcheinander erntet und durcheinander aussäet, ist ein schwerer Fehler.

Neben diesem, ganz der Rübenzüchtung entsprechenden, Verfahren kommt bei Kohl noch in Betracht, nach Pärchen zu selektionieren. Es müssen bei diesem Verfahren die 100 Auswahlpflanzen paarweise dicht zusammengepflanzt und zur Blütezeit ia große Säcke aus Baumwollgewebe (wie wir sie früher, S. 83, für die Kohlrübenzüchtung beschrieben haben) paarweise eingebeutelt werden. Durch Schütteln der geschlossenen Säcke befördert man die gegenseitige Bestäubung der beiden zusammengebeutelten Pflanzen. Die Samen jedes Paares werden gesondert geerntet und im nächsten Jahre gesondert angebaut, so daß man imstande ist, zu entscheiden, welches von den 50 Paaren die beste Nachkommenschaft geliefert hat.

Aus den 5 besten Familien werden jetzt wieder die je 20 besten Pflanzen herausgezüchtet und im nächsten Jahre paarweise ausgepflanzt, wobei man die beiden Partner jeweils aus zwei verschiedenen Familien nimmt usw. Die übrigen Pflanzen der 5 besten Familien dienen zur Vermehrung für den Verkauf.

Ob die Mehrarbeit und die größeren Kosten dieses Pärchen-Verfahrens in der züchterischen Praxis sich lohnen werden, ist fraglich, das erstgenannte (Zuckerrüben)-Verfahren der Züchtung dürfte vorläufig doch wohl den Vorzug verdienen.

4. Beispiel. Kiefer *(Pinus silvestris)*

Schon die ganze Art der Samengewinnung war bei unsern Waldbäumen lange Zeit von einer unglaublichen Rückständigkeit,

und von einer bewußten Züchtung ist auch heute noch — leider — kaum die Rede.

Pinus silvestris ist eine sehr weit verbreitete Pflanzenspezies und ist, wie alle solche weit verbreiteten Arten, in Wirklichkeit zusammengesetzt aus einer sehr großen Zahl von erblich sehr verschiedenen Rassen. Aus Samen einer Kiefer aus Nordnorwegen, einer aus der Mark Brandenburg und einer aus Südfrankreich, die man alle nebeneinander etwa in der Mark Brandenburg aussäet, erhält man drei völlig verschiedene Sorten von Kiefern. Richtig in das märkische Klima hinein paßt von diesen drei Sorten nur die aus der Mark selbst stammende. Es ist also völlig falsch, etwa zu sagen: *Pinus silvestris* = *Pinus silvestris*, d. h. zu glauben, es gäbe nur eine Sorte davon, und es sei einerlei, woher man das Samenmaterial bezieht. Diese Erkenntnis ist ja — freilich erst nach vielen Fehlschlägen und großen Verlusten infolge Verwendung fremden Saatgutes — heute allgemein. Aber auch innerhalb eines Gebietes mit gleichartigem Klima gilt nicht die Gleichung Kiefer = Kiefer. Es wäre ohne weiteres möglich, aus einem Kiefernbestand von wenigen Hektaren eine lange Reihe von in Wuchs, Entwicklungsgeschwindigkeit, Holzbeschaffenheit, Nadelform usw. sehr stark verschiedenen Sorten herauszuzüchten. Genau so, wie man aus einem Zuckerrübenfeld durch konsequente Selektion Rübensorten mit einem den Durchschnitt des Feldes weit übertreffenden Zuckergehalt gewinnen kann, genau so ließen sich auch unsere Kiefernbestände durch eine konsequente Zuchtwahl auf Geradschäftigkeit und andere wichtige Eigenschaften hin, sehr wesentlich und ohne nennenswerte Kosten verbessern. Das Züchtungsverfahren hätte im allgemeinen dem vorhin für die Rüben geschilderten zu entsprechen. Es müssen also aus einem größeren Waldbestand eine nicht zu kleine Anzahl von besonders guten Bäumen ausgesucht werden. Von jedem Baum sind die Zapfen gesondert zu sammeln und die Samen gesondert zu säen. Ebenso müssen auch weiterhin beim Auspflanzen diese Nachkommenschaften der einzelnen Mutterbäume getrennt in besondern Schlägen ausgepflanzt werden, die, um spätere Bestäubung innerhalb der Familie zu erleichtern, möglichst groß und quadratisch sein sollen. Es wird so möglich sein, ganz analog wie in der Rüben-

züchtung, gute und schlechte Familien[1]) zu unterscheiden. Samenträger sind auch hier später nur aus den 2—3 besten Familien auszuwählen, alle schlechten Familien sind vorher wegzuschlagen, auch etwaige einzelne gute Bäume aus durchschnittlich schlechten Familien dürfen nicht erhalten bleiben.

Vollkommen falsch ist es aber, die Kiefernsamen von den Bäumen zu nehmen, welche die meisten Zapfen und Samen liefern. Man züchtet sonst ja unbewußt „auf Zapfenertrag", der höchst wahrscheinlich mit einer gewissen Schwachwüchsigkeit parallel geht, man züchtet also unbewußt seinen Kiefernbestand herunter.

Was für die Kiefern gesagt ist, gilt auch für alle andern Waldbäume, vor allem für Tannen, Fichten, Eichen, Buchen, Birken, Erlen. Sie sind alle züchterisch bisher so gut wie nicht bearbeitet.

5. Beispiel. Knaulgras *(Dactylis glomerata)*

Das Knaulgras ist fast ausschließlich Fremdbefruchter, die Bestäubung erfolgt durch den Wind. Man kann die Züchtung ganz nach dem vorhin geschilderten Schema des Roggens vornehmen, man kann aber auch die leichte vegetative Vermehrbarkeit ausnützen und dadurch die ganze Züchtung beschleunigen und vereinfachen. Dieses zweite Verfahren, das ebenso auch für alle andern vegetativ vermehrbaren Gräser und Kleearten wichtig ist, verdient deshalb eine kurze gesonderte Besprechung.

Man geht auch hier aus von der Überlegung, daß so gut wie jede Knaulgraspflanze, die man draußen im freien Bestand herausgreift, wieder andere erbliche Eigenschaften hat, und daß auch jede Pflanze stark heterozygotisch ist.

Wenn man nun so wie bei der Roggenzüchtung sich von einer größeren Anzahl besonders guter wildwachsender Knaulgrasstöcke die Samen stockweise gesondert erntet und damit die

---

[1]) Wie erstaunlich verschieden derartige von einzelnen Bäumen stammende Nachkommenschaften beschaffen sein können, zeigen ganz besonders schön umfangreiche Versuchsaussaaten von Prof. Oppermann-Kopenhagen. Ihre Besichtigung ist jedem Forstmann, der sich mit diesen züchterischen Fragen beschäftigt, nur dringend zu empfehlen.

Züchtung einleitet, so wird man immer damit rechnen müssen, daß sehr viele von diesen individuell sehr schön und kräftig entwickelten Stöcken eben nur deshalb so gut beschaffen sind, weil sie unter besonders günstigen Lebensbedingungen stehen. Alle diese „Blender“ kann man von vornherein aus der Zucht ausscheiden, wenn man seine Samen nicht von Knaulgrasstöcken draußen auf Wiesen, Wegrändern, Rainen usw. sammelt, sondern wenn man alle Stöcke, die aus irgend einem Grunde dazu wert erscheinen, ausgräbt, in eine Anzahl Teilstöcke zerlegt und diese in je einer Reihe von etwa 6 Pflanzen nebeneinander im Zuchtgarten auf gleichmäßigem Boden und unter ganz gleichmäßigen sonstigen Bedingungen auspflanzt. Man bekommt so gewissermaßen eine Anzahl von Knaulgrasklonen nebeneinander. An diesen Reihen — jede Reihe = vegetative Nachkommenschaft eines Stockes — kann man schon sehr gut erkennen, wie weit die Güte der Ausgangsstöcke auf einfachen nicht erblichen Ernährungsmodifikationen beruht hat, und man kann auch schon vor der Blüte in diesem Graszuchtgarten alle minderwertigen Klone entfernen und nur die Klone belassen, welche den Durchschnitt wesentlich überragen[1]).

Von jedem von den übrig behaltenen Klonen werden die Samen gesondert geerntet[2]) und gesondert ausgesät. Auf diese Weise ist leicht feststellbar, welcher von den geprüften Klonen die beste Nachkommenschaft aus Samen ergibt. Aus den drei besten so erhaltenen Nachkommenschaften werden je 50 besonders gute Einzelpflanzen ausgewählt, vegetativ durch Teilung vermehrt, und die so erhaltenen 150 Klone werden wiederum reihenweise nebeneinander ausgepflanzt. Auch jetzt werden die nicht zusagenden Klone vor der Blüte entfernt, und von den übrigen werden die Samen getrennt geerntet, um damit eine Nachkommenschaftsprüfung vorzunehmen.

---

[1]) Die Unterschiede der einzelnen Klone sind oft erstaunlich groß. Unsere Wiesengräser sind sehr schöne Beispiele für die Vielförmigkeit dessen, was man eine „Pflanzenspezies“ nennt.

[2]) Die einzelnen Pflanzen der gleichen Klone brauchen dagegen nicht getrennt geerntet werden.

Mit einer zweimaligen solchen Auslese ist im allgemeinen schon eine so weitgehende Ausgeglichenheit erreicht, wie sie heute von einer Gras- oder Kleeart überhaupt verlangt wird.

Man tut gut, wenn man die Klone aus dem ersten Selektionsjahr nicht entfernt, wenigstens nicht die Klone, welche eine gute Nachkommenschaft aus Samen gegeben haben, man kann dann nötigenfalls immer wieder darauf zurückgreifen, und vor allem kann man sich so Samen verschaffen, der nur aus der gegenseitigen Kreuzung der drei besten Klone stammt. Wenn man verhindern will, daß diese Pflanzen auch die Pflanzen der nächsten Generation mit bestäuben, so kann man sie durch einen richtig abgepaßten Schnitt leicht dazu bringen, daß sie etwa 14 Tage später als diese blühen.

Nach diesem gleichen Schema lassen sich alle vegetativ vermehrbaren Gräser und Kleearten[1]) bearbeiten. Wenn auch die vegetative Vermehrbarkeit einer Art sehr begrenzt ist, wie z. B. bei der blauen Luzerne, so daß man von einem Ausgangsstock nur zwei bis drei Teilstöcke erhält[2]), so schadet das nicht, man kann im gleichmäßigen Boden des Zuchtgartens auch nach nur zwei bis drei Pflanzen sich doch schon ein Urteil über den Wert eines Klons bilden.

Wesentlich ist bei jeder Gräser- oder Kleezüchtung, daß das erste Auslesematerial möglichst umfangreich ist, je mehr Einzelpflanzen man draußen auf Wiesen, Wegrändern, Rainen, Eisenbahndämmen[3]) usw. sammelt und in den Zuchtgarten verpflanzt, desto besser ist es. Wesentlich ist ferner, daß man diese Ausgangs-

---

[1]) Die blaue Luzerne, die aus Selbstbefruchtung sehr leicht und reichlich Samen gibt, und auch keine sehr ausgesprochene Inzuchtsdegeneration aufweist, läßt sich auch nach dem Schema der Kohlrübe züchterisch bearbeiten, aber auch stets mit Einschaltung einer Vorprüfung der aus je einer Einzelpflanze erhaltenen Klone. Die gelbe Luzerne ist dagegen ein fast ausschließlicher Fremdbefruchter, ebenso sind auch die Bastarde der beiden Arten ziemlich ausgesprochene Fremdbefruchter.

[2]) Man kann aber durch Zweigstecklinge im Gewächshaus oder Frühbeet auch hier eine starke vegetative Vermehrung eines Stockes vornehmen.

[3]) Gerade Eisenbahndämme liefern oft eine besonders große Mannigfaltigkeit verschiedener Typen.

pflanzen in dem gleichen Gebiete sammelt, für welches man züchtet. Genau ebenso, wie es verkehrt wäre, in Norddeutschland etwa Kiefernbestände aus südfranzösischem oder italienischem Samen heranzuzüchten, genau so verkehrt ist es auch, für Gräser uud Kleearten sein Saatgut für den Anbau oder für eine Züchtung aus Gegenden mit völlig anderem Klima und Boden zu holen. Einheimische Rassen, die schon durch jahrhundertelange scharfe natürliche Auslese „akklimatisiert“ sind, müssen immer als Ausgangsmaterial für eine Züchtung allem andern vorgezogen werden.

Künstliche Kreuzungeu kommen für die Wiesengräser weniger, schon eher aber für die Kleearten in Betracht. Die Selektion aus der F_2-Generation geht dann ganz nach dem eben beschriebenen Schema vor sich. In Frage kommen fast nur Rassenkreuzungen und zwar Kreuzungen von einheimischen Boden- und Klimafesten Sorten mit fremden irgend welche anderen Vorteile aufweisenden Sorten. Eine Spezies-Kreuzung hat wohl nur bei der Luzerne Aussicht auf Erfolg, wo zweifellos aus der Kreuzung der beiden Arten *Medicago sativa* (blaue Luzerne) und *Medicago falcata* (gelbe Luzerne) noch sehr viel mehr herauszuholen ist als die heute im Handel befindliche „Sandluzerne“. Am einfachsten führt man alle diese Kreuzungen nicht künstlich aus, sondern pflanzt je einen Stock der beiden zu kreuzenden Sorten entfernt von anderen Exemplaren der gleichen Art irgendwo zusammen aus. Je nach dem Grad der Selbststerilität bekommt man so einen größeren oder kleineren Prozentsatz von Bastarden[1]).

---

[1]) Pflanzt man z. B. je einen Stock einer blauen und einer gelben Luzerne nebeneinander weitab von anderen Luzernestöcken aus, so bekommt man aus den Samen des gelben Luzernestockes *M. falcata* meist nur Bastarde, aus den Samen des blauen Luzernestockes *M. sativa* aber meist keine Bastarde, sondern nur reine blaue Luzerne. Aus dieser weitgehenden Selbstbefruchtung der blauen Luzerne und der fast völligen Selbststerilität der gelben Luzerne erklärt es sich auch, daß Samen aus Feldbeständen der blauen Luzerne fast nie Bastardpflanzen geben, auch wenn in der Nachbarschaft der betreffenden Luzerne-Felder wilde gelbe Luzerne in Menge vorkommt. Daraus erklärt sich auch, daß in Gegenden mit viel Luzerne-Bau wirklich reine gelbe Luzerne kaum mehr vorkommt. Die eine Art hält sich gewissermaßen also selbst völlig rein, bestäubt aber die andere sehr ausgiebig.

6. Beispiel. Hanf

Hanf ist eine von den wenigen zweihäusigen[1]) Kulturpflanzen. Wir haben hier rein weibliche und rein männliche Pflanzen. Die Züchtung erfolgt am besten als Pärchen-Züchtung, so wie wir es für Rotkohl bereits früher kurz besprochen haben, und der Geschlechtstrennung entsprechend im einzelnen in etwas anderer Weise. Mit der zu verbessernden Ausgangssorte werden möglichst weit voneinander und von andern Hanffeldern entfernt zwei Parzellen bestellt. Auf der einen werden vor der Blüte alle Männchen ausgerissen. Aus dieser „weiblichen" Parzelle werden die 20 besten Pflanzen ausgesucht und je ein Ast von jeder wird unter sorgfältiger Beutelung mit Pollen je eines der 5 besten Männchen aus der andern Parzelle bestäubt. Man erhält so $5 \times 20 = 100$ verschiedene Nachkommenschaften, die getrennt in Reihen nebeneinander ausgesäet werden. Ein Teil der Samen aus jeder von diesen 100 Kreuzungen wird aber nicht ausgesäet, sondern für die weitere züchterische Bearbeitung aufgehoben. Die 100 Nachkommenschaften werden genau verglichen. Die beiden besten Nachkommenschaften werden aus den aufbewahrten Samen im nächsten Jahr noch einmal allein herangezogen und der gegenseitigen Befruchtung überlassen. Das so gewonnene Saatgut dient als Ausgang für die Vermehrung. Dieser Anbau im zweiten Jahr erfolgt zur Fortsetzung der Züchtung wieder wie oben geschildert in zwei getrennten Parzellen usw.

Die im vorstehenden Kapitel besprochenen Beispiele genügen wohl, um zu zeigen, wie man die Theorie in die Praxis umsetzt. Wie man im einzelnen bei irgend einer Kulturpflanze vorzugehen

Auf alle diese Dinge muß der Züchter achten, d. h. er muß sich sehr genau über die Fortpflanzungsbiologie der Art unterrichten, welche er züchterisch bearbeiten will. Leider ist über die Gräser und Kleearten in dieser Hinsicht noch recht wenig bekannt.

[1]) Wie wohl bei allen zweihäusigen Pflanzen kommen auch beim Hanf Sippen vor, die einhäusig sind, beiderlei Blüten auf einer Pflanze tragen. Die Reinzüchtung solcher Sippen hat zweifellos eine gewisse praktische Wichtigkeit.

hat, hängt, wie ja wohl jetzt schon genügend hervorgehoben worden ist, ganz ausschließlich davon ab, in welcher Weise diese sich fortpflanzt. Dadurch ist dann der Grundplan der Züchtung ohne weiteres gegeben.

Das erste, was ein Züchter tun muß, ist also immer, daß er sich über die Fortpflanzungsbiologie der Pflanze genau unterrichtet.

Sehr sorgfältige und kritische Angaben über die Fortpflanzungsbiologie unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen finden sich in dem Fruwirthschen[1]) Handbuch der Pflanzenzüchtung. Für die gärtnerischen und forstlichen Kulturpflanzen gibt es leider eine ähnliche Zusammenstellung nicht. Sehr viele Angaben enthält das Handbuch der Blütenbiologie von Knuth[2]), doch werden hier vor allem die wildwachsenden Formen berücksichtigt.

[1]) C. Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Berlin (P. Parey).

[2]) P. Knuth, Handbuch der Blütenbiologie. (Leipzig 1898—1905.)

Erklärung der Tafeln

Tafel I—IV. Kreuzung zweier Löwenmaulrassen, vergl. S. 24

1 und 2 die beiden Ausgangsrassen, 3 der Bastard, 4—23 die in F_2 auftretenden äußerlich unterscheidbaren verschiedenerlei Typen (Neukombinationen). Die Farbe von Fig. 1, 12, 13, 22 und 23 ist nicht gut gelungen. Diese Typen enthalten keine rote Färbung, sind rein elfenbeinfarbig bezw. gelb.

Tafel V. Xenienbildung bei Mais, vergl. S. 39

a. Kolben von Zuckermais befruchtet mit Pollen von Zuckermais. **b.** Kolben von Zuckermais befruchtet mit Pollen von Stärkemais. **c.** Kolben von Stärkemais befruchtet mit Pollen von Stärkemais. a_1—c_1 einzelne Früchte von a—c etwas vergrößert.

Tafel VI. Versuch über Wirkung der Inzucht bei Grünkohl, vergl. S. 50

a ohne Inzucht, b eine Generation Inzucht, c zweite Generation Inzucht.







Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35





Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35





Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35





Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35





a b c



a_1 b_1 c_1

a Kolben von Zuckermais befruchtet mit Pollen von Zuckermais. — b Kolben von Zuckermais befruchtet mit Pollen von Stärkemais. — c Kolben von Stärkemais befruchtet mit Pollen von Stärkemais. — a_1 b_1 c_1 einzelne Früchte der Kolben a—c, etwas vergrößert.
(Nach Originalexemplaren von Prof. C. Correns.)

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin





a



b c

Inzuchtwirkung bei Grünkohl.

a Ohne Inzucht. b Eine Generation Inzucht. c Zweite Generation Inzucht.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



Sachregister







